



**Ana Marta Valente
Costa**

**Melhoria e Padronização de Procedimentos
Operativos na Gestamp**



**Ana Marta Valente
Costa**

**Melhoria e Padronização de Procedimentos
Operativos na Gestamp**

Relatório de projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizado sob a orientação científica da Doutora Ana Luísa Ferreira Andrade Ramos, Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro.

o júri

presidente

Doutor Rui Jorge Ferreira Soares Borges Lopes
professor auxiliar convidado da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor Cristóvão Silva
professor auxiliar da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

Prof. Doutora Ana Luísa Ferreira Andrade Ramos
professora auxiliar da Universidade de Aveiro

agradecimentos

Quero agradecer à Gestamp Aveiro pela oportunidade de realizar o estágio e a todos os colaboradores que se dispuseram a partilhar o seu conhecimento e experiência, contribuindo diretamente para o desenvolvimento deste trabalho. À minha orientadora da Universidade de Aveiro, Professora Doutora Ana Luísa Ramos, por todo o apoio e disponibilidade na execução deste projeto. E por último, mas não menos importante, a toda a minha família, em especial aos meus Pais, Avós e Irmã, pela paciência, confiança e motivação que tanto precisei ao longo do meu percurso académico.

palavras-chave

Lean Manufacturing, Melhoria Contínua, Estandarização, SMED.

resumo

Num mercado cada vez mais competitivo, é crucial que as empresas apostem na melhoria dos seus processos. A eliminação de atividades que não acrescentam valor permite obter ganhos significativos em termos de recursos e tempo. O custo do produto torna-se mais baixo e, consequentemente, as empresas podem praticar preços mais baixos pelo mesmo valor oferecido ao cliente, reforçando a sua vantagem competitiva no mercado.

No âmbito do plano curricular do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial foi desenvolvido um projeto de aplicação de princípios, métodos e técnicas *Lean Manufacturing* numa empresa metalomecânica, a Gestamp Aveiro.

O trabalho teve por objetivo implementar soluções que identificassem e eliminassem desperdícios na execução das operações de troca de ferramenta de estampagem e produção de peças soldadas, através da metodologia *Single Minute Exchange of Die* (SMED) e do *Standard Work*. Para além de identificar situações de desperdício ao nível do equipamento, o estudo permitiu analisar os modos operatórios utilizados pelos operadores com vista a encontrar possíveis melhorias de produtividade, qualidade e, não menos importante, de ergonomia.

Os resultados obtidos demonstram que pequenas mudanças podem conduzir a grandes melhorias e que a cooperação de cada um é fundamental para fomentar a melhoria contínua em toda a organização.

“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu antes, mas pensar o que ninguém pensou sobre aquilo que todos veem.” (Arthur Schopenhauer).

keywords

Lean Manufacturing Tools, Continuous Improvement, Standard Work, SMED.

abstract

In a modern competitive market, it's vital that companies improve their processes. The elimination of activities that don't add value allows them to get significant earnings in matter of resources and time. The cost of the product becomes lower, consequently, the companies can practice lower prices for the same value offered to the client, improving their competitive advantage in the market.

The project described in this report was developed in the context of the Masters in Management Industrial Engineering and was mainly dedicated to the application of Lean Manufacturing principles, methods and techniques to a metal engineering company, the Gestamp Aveiro.

The work had as main objective to implement solutions that could identify and eliminate waste in the execution of change of tools, of stamping and production of welded parts, through the methodology Single Minute Exchange of Die (SMED) and the Standard Work. Besides identify situations of waste at an equipment level, the study allowed the analysis of operational methods used by the operators in order to find possible improvements of productivity, quality and, not less important, of ergonomics.

The results obtained show that little changes can lead to big improvements and that the cooperation of each person it's fundamental to promote the continuous improvements in the organization.

"The task isn't that much to see what no one saw before, but think about what no one thought about that thing that everyone sees." (Arthur Schopenhauer).

Índice

Capítulo 1- Introdução.....	1
1.1.Contextualização do Projeto	1
1.2. Relevância do Desafio.....	1
1.3. Estrutura do Relatório	2
Capítulo 2 – <i>Lean Manufacturing</i>: Algumas Ferramentas	5
2.1. <i>Lean Manufacturing</i>	5
2.1.1. Origem e Evolução	5
2.1.2. Princípios <i>Lean Manufacturing</i>	6
2.1.3. Formas de Desperdício	7
2.2. Ferramentas <i>Lean Manufacturing</i>	9
2.2.1. <i>Single Minute Exchange of Die</i>	9
2.2.1.1. Origem e Definição	9
2.2.1.2. Fases Conceptuais	10
2.2.1.3. Benefícios e Críticas.....	13
2.2.2. <i>Standard Work</i>	15
2.3. Melhoria Contínua	17
Capítulo 3 – O Caso em Estudo.....	21
3.1. Apresentação da Empresa	21
3.1.1. Clientes/Vendas	22
3.1.2. Processo Produtivo.....	23
3.2. Caracterização do Desafio	26
Capítulo 4 – Casos de Estudo: SMED e <i>Standard Work</i>.....	29
4.1. Aplicação do SMED	29
4.1.1. Caracterização da Situação Atual de <i>Setup</i>	32
4.1.2. Separação das Operações Internas e Externas	34
4.1.3. Conversão das Operações Internas em Externas.....	36

4.1.4. Definição e Implementação de Soluções que Permitam Reduzir a Duração das Operações	37
4.1.5. Criação de um Modo Operatório Genérico a Utilizar nos <i>Setups</i> em <i>Transfers</i>	38
4.1.6. Resultados	40
4.2. Aplicação do <i>Standard Work</i> – Vídeos MOP	41
4.2.1. Estado Atual	41
4.2.2. Metodologia	42
4.2.3. Desenvolvimento e Resultados	47
Capítulo 5 – Conclusões e Desenvolvimentos Futuros.....	51
Referências Bibliográficas.....	55
Anexos	57

Índice de Figuras

Figura 1- Componentes do tempo de <i>setup</i>	11
Figura 2 - Fases na redução do tempo de <i>setup</i>	12
Figura 3 - Resultado final da aplicação do método SMED	13
Figura 4 - Aplicação conjunta dos ciclos SDCA e PDCA no sentido da melhoria contínua do desempenho	18
Figura 5 - Gráfico de percentagem das vendas por cliente.....	22
Figura 6 – Evolução do volume de negócios em milhões de euros	23
Figura 7 - Exemplos de peças produzidas na Gestamp Aveiro	23
Figura 8 - Prensas Progressivas.....	24
Figura 9 - Prensa <i>Transfer</i>	24
Figura 10 - Prensa Manual.....	25
Figura 11 - Célula Robotizada.....	25
Figura 12 - Soldadura MIG/MAG	25
Figura 13 - Linha de pintura.....	26
Figura 14- Planeamento de tarefas SMED	31
Figura 16 - Ferramenta de estampagem da peça "Querlenker"	33
Figura 15 - Peça estampada: "Querlenker"	33
Figura 17 - Listagem seguimento dos vídeos MOP no início do projeto	43
Figura 18 - Imagem inicial dos vídeos MOP	44
Figura 19 – Informações relevantes de um vídeo MOP.....	45
Figura 20 - Janela do sistema de informação.....	46
Figura 21 - Janela da Documentação do Produto.....	46
Figura 22 - Listagem de seguimento dos vídeos MOP no fim do projeto.....	48

Índice de tabelas

Tabela 1 - Operações externas realizadas antes de a máquina parar	34
Tabela 2 - Operações internas.....	35
Tabela 3 - Operações externas realizadas depois de a máquina arrancar	36
Tabela 4 - Ações de melhoria SMED	38
Tabela 5 - Modo operativo genérico para TRF em <i>Transfers</i>	39
Tabela 6 - Tempo ganho com a aplicação do SMED	40

Lista de Siglas e Acrónimos

5S's	<i>Seiri – Seiton – Seiso – Seiketsu – Shitsuke</i>
EPI's	Equipamento de Proteção Individual
JIT	<i>Just-in-Time</i>
MOP	Vídeo de Método Operativo
PDCA	<i>Plan – Do – Check – Act</i>
SDCA	<i>Standardize – Do – Check – Act</i>
SMED	<i>Single Minute Exchange of Die</i>
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>
TPS	<i>Toyota Production System</i>
TRF	Troca Rápida de Ferramenta
VSM	<i>Value Stream Mapping</i>
WIP	<i>Work in Process</i>

Capítulo 1- Introdução

Neste capítulo faz-se um enquadramento do tema deste projeto, expõem-se os problemas, os objetivos a alcançar e a sua importância para a empresa e, por fim, apresenta-se a estrutura do relatório.

1.1.Contextualização do Projeto

O presente relatório descreve o projeto realizado, na sequência do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, no Departamento de Produção da Gestamp Aveiro S.A., empresa que se dedica ao fabrico de componentes metálicos para o ramo automóvel.

O tempo em que se conseguia vender tudo aquilo que se produzia pertence ao passado. Nos dias de hoje, a procura é cada vez mais diversificada e exigente.

A atual crise económica e a elevada competitividade presente no setor automóvel “obrigam” as empresas à procura diária de formas de melhorar/otimizar os seus processos. Um dos fatores que contribui para essa constante melhoria é a “otimização” dos recursos. Esta “otimização”, muitas das vezes, pode ser conseguida através de uma reestruturação das tarefas que os operadores desempenham na execução do seu trabalho.

Este projeto surge com o objetivo de analisar e melhorar os modos operatórios das trocas de ferramentas de estampagem em prensas *Transfer* e dos processos de fabrico de peças soldadas, através da criação de *standards*, de modo a tornar estas tarefas mais simples.

1.2. Relevância do Desafio

O desafio proposto pela empresa enquadra-se na sua filosofia de gestão *Lean*. Esta filosofia procura a maximização do valor através da consistente redução de desperdícios. São raras as empresas que não aplicando esta filosofia sobrevivem no mercado.

A produção diversificada e de baixo volume implicam uma complexa organização por parte dos responsáveis pela gestão de operações, exigem vários processos e obrigam a um elevado número de trocas de ferramenta.

A paragem das máquinas para que sejam efetuadas as trocas de ferramenta e a execução de movimentos desnecessários são tempos improdutivos que não acrescentam valor algum aos produtos. A inexistência de modos operatórios demonstrativos do método de trabalho leva a que cada operador faça a sua própria gestão das tarefas a realizar. Muitas das vezes, a forma de trabalhar adotada, para além de afetar a produtividade e a qualidade, põe em risco a sua própria saúde.

Para que uma empresa seja rentável e possa potenciar um crescimento progressivo é crucial que os seus recursos sejam utilizados de forma eficiente.

Pretende-se com este trabalho estudar a situação atual e definir modos operatórios *standard* de forma a:

- reduzir os tempos improdutivos e aumentar a produtividade dos processos;
- garantir a qualidade dos produtos;
- assegurar a segurança do operador;
- salvaguardar a ergonomia do operador;
- promover a partilha de boas práticas.

A criação de *standards* permite que os operadores assimilem mais facilmente novas funções e assumam as tarefas com menos confusão. Estes aspetos são particularmente importantes em empresas que operam com muitos produtos e procuram formar operadores polivalentes, como é o caso da Gestamp Aveiro, S.A.

1.3. Estrutura do Relatório

O relatório está dividido em cinco capítulos.

O presente capítulo tem como principal propósito contextualizar o projeto, descrevendo sucintamente o problema, o objetivo e a importância da sua realização para a empresa.

No segundo capítulo é apresentada a revisão bibliográfica dos principais conceitos e fundamentos que guiaram o trabalho desenvolvido.

Seguidamente, o capítulo 3, contém uma breve descrição da empresa e do seu processo produtivo. É feita uma apresentação detalhada do problema a resolver, objetivos a atingir e metodologia adotada.

O capítulo 4 é dedicado aos resultados alcançados com este trabalho. Descreve as soluções encontradas para os modos operatórios demonstrativos do método de

trabalho, tanto para a troca de ferramentas de estampagem em prensas *Transfer* como para a execução das tarefas de produção de peças soldadas. São, ainda, mencionadas algumas das ações de melhoria executadas durante o decorrer do projeto.

Por último, o capítulo 5 é reservado às principais conclusões, limitações e propostas de trabalho futuro.

Capítulo 2 – Lean Manufacturing: Algumas Ferramentas

Este capítulo apresenta a revisão bibliográfica de alguns conceitos do *Lean Manufacturing*, fundamentais como base teórica para a implementação deste projeto, dando ênfase a duas ferramentas subjacentes a esta filosofia, designadas por *Single Minute Exchange of Die* (SMED) e *Standard Work*.

2.1. *Lean Manufacturing*

Com o mercado cada vez mais competitivo, as empresas veem-se obrigadas a melhorar os seus sistemas de gestão. Através da filosofia *Lean* procuram reduzir desperdícios e maximizar o valor acrescentado, melhorando assim os processos produtivos.

2.1.1. Origem e Evolução

De há uns anos para cá, têm-se verificado grandes mudanças nas filosofias, métodos e conceitos de gestão utilizados pelas empresas industriais em todo o mundo.

No início do século XX, Henry Ford criou o conceito de produção em massa para sustentar a produção de automóveis em série.

Esta filosofia era sustentada por fatores como: produção em grande escala com lotes de grandes dimensões, de forma a reduzir custos unitários; elevada especialização de trabalho; inexistência do envolvimento do colaborador para possíveis melhorias; *stocks* elevados. As empresas apenas tinham um objetivo, produzir.

As sérias dificuldades atravessadas pelo Japão após a Segunda Guerra Mundial levaram ao desenvolvimento de uma forma alternativa à produção em massa para gerir o sistema de produção.

A crescente exigência por parte do cliente fez com que as empresas começassem a produzir uma maior variedade de produtos e em pequenas quantidades. Perceberam que para se ser competitivo é necessário criar produtos que vão ao encontro das necessidades e expectativas dos clientes.

Começou a haver uma maior preocupação com o nível da qualificação dos colaboradores. As empresas entenderam que o desenvolvimento de capacidades e de

know-how pode ser um forte elemento diferenciador, tornando as empresas mais rápidas e flexíveis perante as situações de mudança.

Surge assim, criada por Taiichi Ohno após a Segunda Guerra Mundial, a filosofia de produção *Lean Manufacturing* ou Sistema de Produção da Toyota (TPS), como um sistema de produção com o objetivo de otimizar os processos e procedimentos através da eliminação de desperdícios e de orientar a sua atenção para a satisfação do cliente (Pinto, 2006).

Após mais de uma década a estudar o sucesso das empresas japonesas, Womack e Jones (1996), criaram o conceito *Lean Thinking* para se referirem à evolução do TPS e à consideração de novos conceitos desenvolvidos durante a década de 90.

Segundo Pinto (2009), a filosofia *Lean Thinking* “*serve-se de um conjunto de métodos, técnicas e ferramentas orientados à simplificação e otimização dos processos, remoção de atividades e recursos que não acrescentam valor, e ao envolvimento de todos (pessoas e processos) na constante melhoria do desempenho das organizações.*”

2.1.2. Princípios *Lean Manufacturing*

Womack e Jones (1996) associaram 5 princípios à filosofia *Lean Thinking*, implementados na sequência que se segue: criar valor; definir a cadeia de valor; otimizar o fluxo; implementar um sistema *pull*; atingir a perfeição. A Comunidade *Lean Thinking* (2008) propôs a adoção de mais dois princípios: “conhecer os *stakeholders*” e “inovar sempre”. De seguida, descrevem-se os 7 princípios anteriormente mencionados:

1. Conhecer os *stakeholders* – conhecer com pormenor todos os *stakeholders* do negócio, “quem servimos?”.
2. Criar valor – definir os valores para todas as partes interessadas.
3. Definir as cadeias de valor – determinar a cadeia de valor para cada parte interessada.
4. Otimizar fluxos – sincronizar os meios envolvidos na criação de valor para todas as partes.
5. Implementar o sistema *pull* – produzir apenas o que o cliente quer, no momento certo e qualidade desejada.
6. Perfeição – ouvir sempre a voz do cliente, procurando satisfazer as suas necessidades, interesses e expectativas. Promover a melhoria contínua a todos os níveis da organização.

7. Inovar sempre – inovar para criar novos produtos, serviços e processos.

Estes dois últimos princípios surgiram como forma de colmatar o facto de os outros não considerarem uma cadeia de valor para cada *stakeholder* e levarem as empresas à sucessiva redução de desperdícios, ignorando a criação de valor através da inovação de produtos, serviços e processos.

2.1.3. Formas de Desperdício

Fujio Cho da Toyota, referido por Suzaki (2010), define desperdício como “tudo o que está para além da mínima quantidade de equipamento, materiais, peças, espaço e mão-de-obra, estritamente essenciais para acrescentar valor ao produto.”

Segundo Pinto (2009) as sete categorias de desperdícios foram inicialmente identificadas, no decorrer do TPS, por Taiichi Ohno e Shigeo Shingo. Embora os desperdícios possam ser encontrados em muitos locais, as suas raízes podem ser detetadas de 7 formas distintas:

Excesso de produção: este desperdício é criado pela produção de bens para além das encomendas ou antes do tempo em que são precisos. Para Suzaki (2010) a sobreprodução causa problemas adicionais em termos de: *stocks*, manuseamento, espaço, juros, máquinas, mão-de-obra, papelada, custos e defeitos.

Esperas: tempo que as pessoas e máquinas perdem sempre que estão à espera de algo. Avarias, acidentes, problemas de *layout*, atrasos de fornecedores são exemplos de causas deste tipo de desperdício.

Transporte e movimentações: movimento desnecessário de materiais de um sítio para o outro. O transporte de *stocks* devido ao excesso de produção é um bom exemplo disto. Este desperdício origina aumento de custos, tempo e espaço.

Desperdício do próprio processo: a existência de operações e processos que não são necessários, ou seja, não acrescentam valor ao produto. Este tipo de desperdício surge devido à incorreta utilização dos equipamentos e ferramentas, aplicação de procedimentos complexos e incorretos ou sem informação. Um exemplo deste desperdício é a má afinação de *gabarits* que implique retrabalho.

Stocks: presença de materiais retidos por um determinado período de tempo, sejam eles matérias-primas, produtos semiacabados ou produtos acabados. As causas mais comuns dos *stocks* são: antecipação da produção, *layouts* inapropriados, existência de gargalos, problemas de qualidade, aceitar os *stocks* como normais, elevados tempos

de troca de ferramentas e produção a diferentes ritmos. *Stocks* excessivos acarretam desperdícios, tais como: ocupação de espaço, deterioração dos *stocks*, transporte, manuseamento e armazenamento extra, necessidade extra de pessoal para gerir, entre outros.

Defeitos: os defeitos podem estar relacionados com problemas de qualidade do produto final e com o baixo desempenho da entrega ao cliente. Os defeitos são causados por: transporte e manuseamento de materiais; falhas e erros humanos; inexistência de padrões de autocontrolo, inspeção, operações de fabrico e montagem; elevado controlo da inspeção final e das pessoas.

Trabalho desnecessário: refere-se a todo e qualquer tempo que não esteja a ser usado para acrescentar valor ao produto. Por exemplo, o tempo que um operador perde a procurar uma ferramenta mantém-no ocupado mas não acrescenta valor nenhum ao produto. Como causas comuns temos: layout inapropriado, capacidades e competências não desenvolvidas, instabilidade nas operações, operações isoladas, desmotivação das pessoas e inexistência de formação e treino adequado.

Alguns autores acrescentam uma oitava forma de desperdício às acima referidas: **Não Aproveitamento do Potencial Humano.** Segundo Ohno (1988) um dos objetivos do TPS era “criar pessoas pensantes”. Liker (2004) considera que existem ideias, capacidades, oportunidades de aprendizagem e melhorias que são desperdiçadas com a falta de envolvimento dos colaboradores e por estes não serem ouvidos com a merecida atenção.

É necessário encontrar, identificar e compreender a causa-raiz dos desperdícios, para depois definir as possíveis soluções para os eliminar. Para combater estes desperdícios as empresas devem implementar medidas *Lean*, tais como:

- Produção *pull*;
- Balanceamento dos postos de trabalho;
- Uniformização do trabalho;
- Nivelamento da produção, garantindo um fluxo estável e contínuo;
- Mudança rápida de ferramentas (SMED);
- Melhoria da qualidade dos processos;
- Automatizar certas atividades quando possível;

- Melhorias nos *layouts*;
- Apostar na formação e treino dos colaboradores;
- Reforço do planeamento e controlo de operações.

Existe muito desperdício dentro das organizações, e ao começar a eliminá-lo, facilmente nos apercebemos que se podem fazer melhorias durante toda a vida.

2.2. Ferramentas *Lean Manufacturing*

Hoje em dia, as empresas dispõem de um largo conjunto de técnicas e ferramentas *Lean* que as apioam no sentido da melhoria contínua. Algumas das ferramentas frequentemente utilizadas são: 5S's; mapeamento da cadeia de valor (*Value Stream Mapping* - VSM); diagrama causa-efeito; sistema de controlo *kanban*; *Just in Time* (JIT); mudança rápida de ferramentas (*Single Minute Exchange of Die* – SMED) e processos uniformizados (*Standard Work*).

Este projeto incide nas duas últimas ferramentas anteriormente mencionadas.

2.2.1. *Single Minute Exchange of Die*

A metodologia SMED (*Single Minute Exchange of Die*) é uma das mais conhecidas técnicas de troca rápida de ferramentas. Permite a redução dos custos produtivos e possibilita uma maior flexibilidade por parte da produção (Shingo, 1985).

2.2.1.1. Origem e Definição

O desenvolvimento do conceito SMED levou 19 anos para ser concluído, sendo descrito por Shingo a partir de três experiências: em 1950 na fábrica da Mazda em Hiroshima, em 1957 na Mitsubishi Heavy Industries também em Hiroshima e em 1969 na fábrica principal da Toyota Motor Company. Os conceitos finais surgiram em resposta ao desafio a pedido da Toyota para reduzir o tempo de *setup* de uma prensa de 1.000 toneladas de quatro horas para 90 minutos (Shingo, 1985).

Quando Shingo perguntava às empresas que visitava quais as dificuldades que enfrentavam a resposta era quase uníssona: produção diversificada e em baixo volume.

A produção de uma grande variedade de produtos em pequenos lotes implica um número elevado de trocas de ferramenta. Com a finalidade de reduzir o tempo de *setup* através da otimização das operações de troca de ferramenta surge o termo SMED. O

autor defende que esta metodologia possibilita a realização do processo de mudança de ferramentas em menos de dez minutos, ou seja, o número de minutos expresso num único dígito (Shingo, 1985).

A base do método está no entendimento de que as operações de *setup* são de dois tipos:

- *Setup* interno - atividades que só podem ser realizadas com a máquina parada;
- *Setup* externo - atividades que podem ser feitas com a máquina em funcionamento.

2.2.1.2. Fases Conceptuais

Inicialmente a mudança de ferramenta é feita de forma desorganizada e não planeada, não havendo qualquer distinção entre as operações de *setup* internas e externas.

Devem obter-se todos os tempos das operações realizadas no *setup* através do uso do cronómetro ou da filmagem do processo. Além de facilitar a análise das operações de *setup* é uma excelente forma de comunicação com os intervenientes na troca de ferramentas. É importante que seja dada especial importância aos operadores que realizam as tarefas, pois somente eles poderão identificar o que fazem e os problemas externos que afetam a operação e preparação da máquina, sendo capazes de fornecer importantes contributos para as reduções desejadas.

A ferramenta SMED é constituída pelas seguintes fases:

Fase I – Separação das operações internas e externas

Apesar de ser quase sempre evidente que os preparativos para a troca de ferramenta não devem ser efetuados durante o *setup* interno, a verdade é que frequentemente atividades preparatórias são realizadas com a máquina parada. Isto acontece principalmente por nunca ter sido dada a devida atenção aos tempos de troca de ferramenta, por não estar formalizado um modo operativo de como proceder durante a mesma e por não estar devidamente compreendida a importância desta distinção.

Nesta fase as operações de *setup* são identificadas e classificadas em internas e externas (Figura 1). Com isto, poupa-se cerca de 30% a 50% do tempo de mudança de ferramentas (Shingo, 1985).

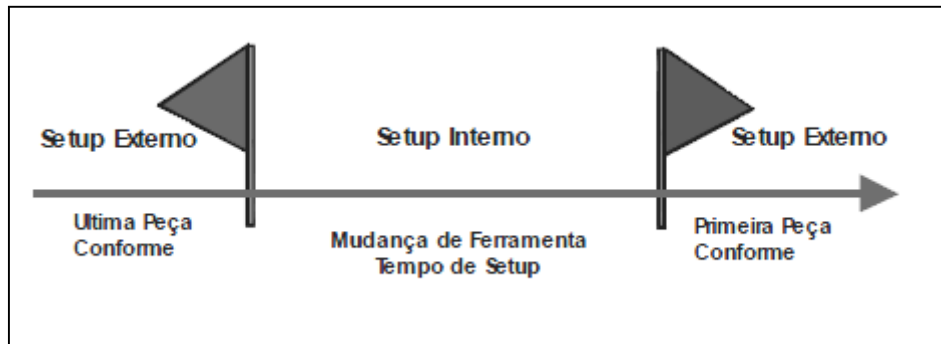


Figura 1- Componentes do tempo de *setup* (Fonte: Lopes *et al.*, 2012)

Fase II – Conversão de operações internas em externas

Ao analisar as operações internas e externas geralmente chega-se à conclusão que muitas das operações realizadas com a máquina parada podem ser feitas antes da paragem da máquina ou após o retomar do seu funcionamento. O objetivo desta fase é tentar converter o máximo de operações internas em operações externas.

Fase III – Melhoria sistemática de cada operação de *setup*

Por fim, a última fase visa a melhoria sistemática de todas as operações de *setup*, tanto internas como externas. Nesta fase procuram-se desenvolver e implementar soluções que permitam realizar as diferentes operações de um modo mais fácil, rápido e seguro.

Várias técnicas práticas são apresentadas por diversos autores, sendo as soluções mais comuns:

- Utilizar *Checklists*;
- Utilizar atividades paralelas;
- Usar apertos rápidos;
- Melhorar o transporte e arrumação de ferramentas;
- Preparar antecipadamente as condições operacionais;
- Uniformizar as operações de *setup*;
- Desenvolver sistemas mecânicos e/ou automáticos de *setup*.

A Figura 2 resume as diferentes fases desta metodologia. O número 1 representa a Fase I, ou seja, separação do *setup* interno e externo. Analisando a barra correspondente ao número 2 (Fase II) pode ver-se que algumas das operações anteriormente consideradas como *setup* interno foram convertidas para *setup* externo. A

fase III, acima descrita, engloba os números 3 e 4 do gráfico. Na barra relativa ao número 3 vê-se uma redução no tempo de *setup* interno e na 4 uma redução do tempo de *setup* externo.

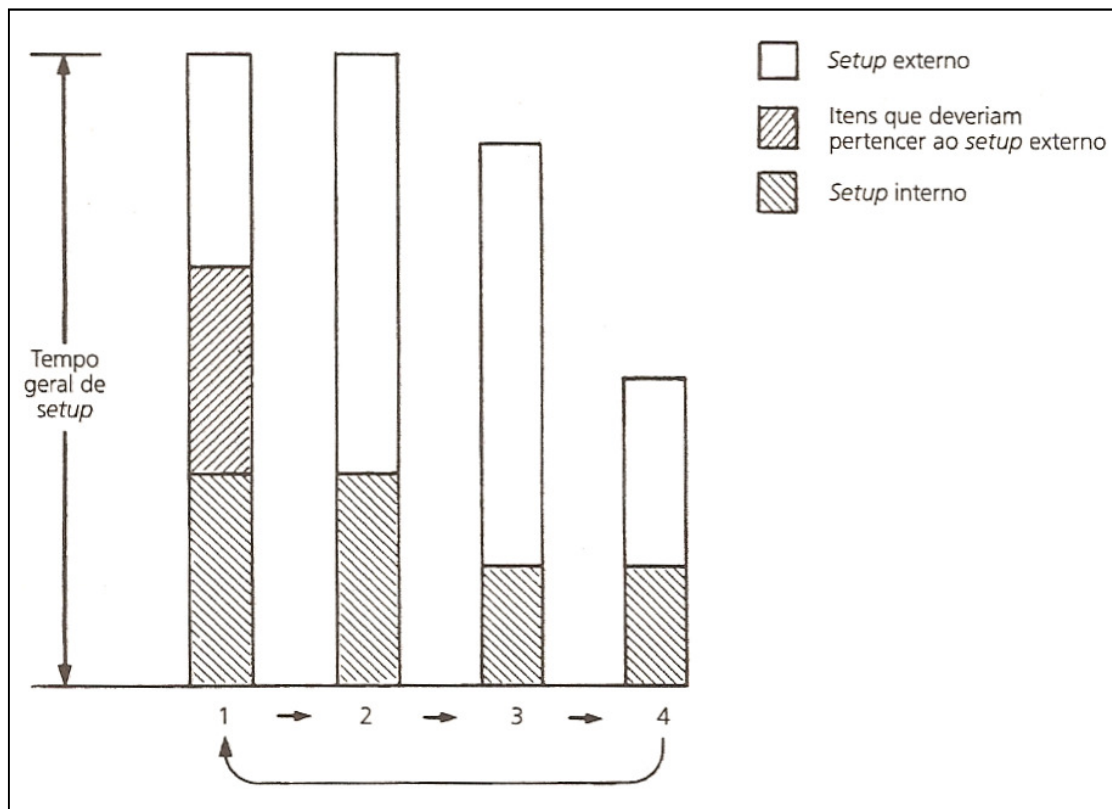


Figura 2 - Fases na redução do tempo de *setup* (Adaptado de Shingo, 1985)

Segundo Shingo (1985) as Fases II e III não precisam ser realizadas sequencialmente, podendo ser executadas em simultâneo.

Depois de executadas todas as fases, devem-se analisar os resultados obtidos e, caso se pretenda, repetir o procedimento.

Cada vez que se aplica o SMED são implementadas novas soluções que permitem reduzir o tempo de *setup*.

A Figura 3 apresenta o resultado final esperado com a aplicação da metodologia SMED, ou seja, redução do tempo de *setup* interno.

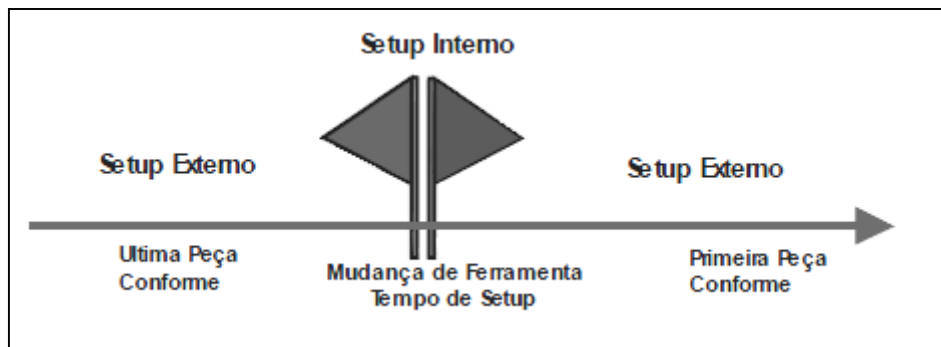


Figura 3 - Resultado final da aplicação do método SMED (Fonte: Lopes et al., 2012)

Nicholas (1998) defende que para o sucesso da implementação da ferramenta SMED é necessária a existência de uma quarta fase: a criação de procedimentos. Para todas as operações de *setup* devem ser criados *standards*, de forma a assegurar que os montadores e operadores de produção seguem todos os mesmos procedimentos durante o processo de mudança de ferramentas.

2.2.1.3. Benefícios e Críticas

Com a aplicação do SMED os tempos de troca são reduzidos e as operações simplificadas, existindo um ganho económico resultante do aumento do tempo útil de produção. Desta forma, torna-se possível aumentar a frequência das trocas e produzir lotes com dimensões mais reduzidas.

Segundo Shingo (1985), a aplicação do sistema de troca rápida de ferramentas pode trazer os seguintes efeitos positivos:

- Produção sem *stock*;
- Aumento das taxas de utilização de máquina e de capacidade produtiva;
- Eliminação de erros de *setup*;
- Qualidade melhorada;
- Maior segurança;
- *Housekeeping* Simplificado;
- Tempo de *setup* reduzido;
- Menores despesas;
- Preferência do operador;

- Menor exigência de qualificação;
- Tempo de produção reduzido;
- Aumento da flexibilidade de produção;
- Eliminação de paradigmas conceituais;
- Novas atitudes;
- Métodos de produção revolucionados.

Para além dos benefícios para as empresas, as trocas mais simples e rápidas trazem, também, vantagens para os colaboradores. Gera-se um ambiente de maior estabilidade laboral devido ao aumento da competitividade da organização. O trabalho diário da produção torna-se menos desgastante, uma vez que a simplicidade das trocas torna-as mais seguras, implica menos esforço psicológico e reduz o risco de acidentes (Team, 1996).

Para Sugai, McIntosh e Novaskli (2007) os conceitos de Shingo não possuem aspetos que deveriam ser considerados no SMED, tais como a interferência da sequência de peças, as perdas durante os períodos de desaceleração e aceleração e a necessidade de melhorias em projeto. Estas observações contribuem para uma melhor utilização do método.

É um erro habitual associar o SMED apenas à produção e deixar outras áreas da empresa de lado na implementação desta metodologia. Segundo Van Goubergen (2000) as diversas áreas e as respetivas falhas frequentemente encontradas são as seguintes:

- Gestão: falta de treino e de programas de consciencialização para a importância de obter tempos de mudança reduzidos. A não explicação aos operadores do porquê das coisas gera desmotivação por parte destes.
- Desenvolvimento de equipamentos: muitas vezes, os projetos de novos equipamentos não são pensados de forma a facilitar o processo de troca de ferramenta.
- Compras: os equipamentos nem sempre são comprados/escolhidos por quem os utiliza. Este facto leva a que sejam comprados com base nos custos de investimento, podendo originar elevados custos no tempo de mudança de ferramentas.
- Desenvolvimento de produtos: na fase de conceção dos produtos não existe a preocupação de padronizar para facilitar e eliminar atividades de *setup*.

- Qualidade: a implementação de especificações de qualidade muito rigorosas implica um acréscimo do tempo de ajustes.
- Gestão de materiais: não disponibilização dos materiais em tempo útil.
- TPM: falhas no sistema de manutenção, como por exemplo ferramentas em más condições, podem gerar paragens durante o processo de *setup*.

2.2.2. *Standard Work*

O trabalho padronizado é uma ferramenta básica *Lean* centrada no movimento e trabalho do operador que visa a eliminação de desperdícios. Com frequência, o trabalho padronizado é considerado, principalmente, como um conjunto de instruções para o operador. Na realidade, é uma prática comum na análise e compreensão das perdas na operação. O primeiro passo consiste em compreender completamente a situação presente. Só depois se deve começar a identificar uma condição ótima e trabalhar para criá-la (Liker e Meier, 2007).

A padronização é utilizada cada vez mais como um meio para se alcançar a redução de custo da produção e do produto final, mantendo ou melhorando a sua qualidade. A ideia é encontrar um método que seja melhor do que o que está a ser utilizado no momento.

A standardização de processos passa por documentar os modos operatórios, garantindo que todos seguem o mesmo procedimento, utilizam do mesmo modo as mesmas ferramentas e sabem o que fazer quando confrontados com diversas situações (Pinto, 2009).

Apesar de ser vantajoso tanto para as empresas como para os operadores, muitas das vezes, existe resistência por parte dos operadores na criação de *standards*. Um dos possíveis motivos é o facto de limitar a criatividade que poderia ser usada pelas pessoas que estão envolvidas no trabalho.

Ao uniformizar as operações está a dar-se garantias a quem as gere ou se serve delas e segurança a quem as faz.

Para Liker e Meier (2007), o estabelecimento de processos e procedimentos padronizados é a maior chave para a criação de desempenho consistente.

Segundo Scotchmer (2008), a padronização de tarefas é a primeira defesa contra as antigas maneiras de trabalhar e é a melhor forma de evitar que antigos hábitos voltem a acontecer. É natural para os seres humanos voltarem a fazer aquilo que faziam, mas

padronizar as suas atividades em cada processo, pode ser uma forte ajuda contra esse traço indesejável.

Os *standards* devem ser orientados para a melhoria, renovados, expandidos e aperfeiçoados com o passar do tempo para que não caiam em desuso ou fiquem desatualizados. É crucial que sejam desenvolvidos de forma a permitir que qualquer um consiga entender as instruções.

Segundo Suzuki (2010), o *Standard Work* compreende três elementos: tempo de ciclo, sequência de operações e a quantidade *standard* de WIP (*Work in Process*).

- Tempo de ciclo: intervalo de tempo verificado entre a conclusão de dois produtos.
- Sequência de tarefas: sequência realizada pelo operário.
- Quantidade *standard* de WIP: quantidade mínima de WIP necessária para executar as tarefas com fluidez (inclui peças para máquinas).

Segundo The Productivity Press Development Team (2002), a estandardização tanto permite obter benefícios para a organização como para o operador. Os benefícios para a organização incluem:

- Diminuição da variabilidade, redução do desperdício e dos custos;
- Melhoria da qualidade e melhor previsão do *lead time*;
- Vantagem na obtenção de Certificação ISO.

Para o operador a estandardização:

- Suporta a aprendizagem;
- Facilita a assimilação de novas funções;
- Ajuda a ver os problemas e contribuir com ideias de melhoria.

Tendo os procedimentos definidos torna-se mais fácil e mais simples desenvolver nas pessoas as habilidades e conhecimentos necessários para a execução das tarefas.

Procura-se com a criação de *standards* “otimizar” a utilização dos recursos (equipamentos, matérias, mão de obra) e garantir a consistência das operações.

De acordo com Losonci *et al.* (2011), a estandardização pode trazer alguns aspetos negativos para os colaboradores:

- Reduz a autonomia de trabalho;

- Pode aumentar a monotonia;
- Leva a exigência de desempenho ilimitado;
- Reduz o nível de satisfação;
- Provoca *stress*;
- Implica, geralmente, métodos de trabalho rígidos e rotineiros.

É fundamental fazer de antemão uma operação de motivação e envolvimento dos operadores e, pouco a pouco, medir o grau de aderência aos padrões estabelecidos.

2.3. Melhoria Contínua

A melhoria contínua, também conhecida por *kaizen*, deve ser uma preocupação constante das organizações e das pessoas. É fundamental que as empresas trabalhem de forma a melhorar continuamente o desempenho dos seus processos, atendendo sempre às necessidades e expectativas dos clientes.

Segundo Pinto (2009), o ciclo PDCA é identificado como uma metodologia que disciplina e suporta a melhoria contínua. Este ciclo foi modelizado por Shewhart nos anos 30, sendo divulgado e efetivamente aplicado, mais tarde, por Deming. Representa uma série de atividades a prosseguir para alcançar uma determinada melhoria e é composto por 4 etapas:

- *Plan* (planear) – estabelecer os objetivos, as metas e o método para o conseguir.
- *Do* (fazer) – executar as tarefas previstas na etapa de planeamento.
- *Check* (verificar) – verificar se o que foi feito está de acordo com o planeado, ou seja, se os objetivos foram atingidos com a aplicação do método definido anteriormente.
- *Act* (ajustar) – se forem encontrados desvios é necessário definir e implementar soluções que eliminem essas causas. Nesta fase, devem ser criados padrões dos procedimentos implementados na fase “*Do*” caso o resultado das ações seja satisfatório para responder às necessidades da organização. É importante haver uma preocupação no sentido de executar novas ações para promover continuamente a melhoria do desempenho do processo.

O ciclo PDCA pode ser utilizado em qualquer área e é aplicado com o objetivo de atingir resultados dentro de um sistema de gestão.

A previsibilidade dos resultados de uma empresa ocorre quando a sua rotina está sistematizada. Segundo Pinto (2009), só através da uniformização de procedimentos e de práticas (ciclo SDCA – *Standardize, Do, Check, Act*) é possível criar um “terreno firme” para que o próximo degrau da melhoria seja alcançado. O SDCA segue a mesma sistemática do ciclo PDCA, sendo, no entanto, utilizado para manter o padrão dos processos em andamento (Figura 4).

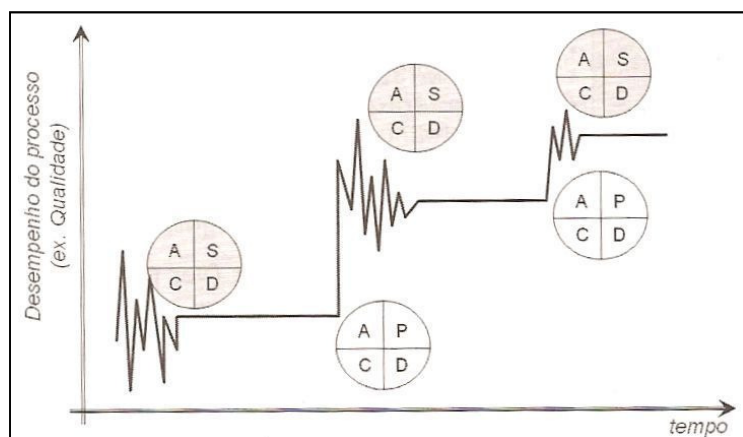


Figura 4 - Aplicação conjunta dos ciclos SDCA e PDCA no sentido da melhoria contínua do desempenho (Fonte: Pinto, 2006)

A aplicação conjunta dos dois ciclos permite obter melhorias de desempenho a cada iteração.

No sentido de promover a melhoria contínua, as empresas devem fomentar a participação ativa dos seus colaboradores adotando iniciativas como, por exemplo, recompensar trabalhadores que contribuem para a melhoria contínua, permitir erros e incentivar a experimentação, criar um sistema de captação e implementação de sugestões por parte dos funcionários, treinar cada operador e apoiar o trabalho em equipa.

Segundo Pinto (2009) existem 12 mandamentos da melhoria contínua a seguir para o bom desempenho operacional:

- Use a cabeça não a carteira;
- Repita “porquê” cinco vezes (5W);
- Trabalhar em equipa;

- Os problemas são oportunidades;
- Perceba o problema primeiro, vá e veja por si;
- Não subestime a inteligência e o conhecimento dos outros;
- A melhoria contínua não tem fim;
- *Lean Thinking* é um novo paradigma, abandone as ideias fixas;
- Nunca se desiste, seja proactivo;
- Evite as desculpas, assuma;
- Opte pela solução mais simples, não espere pela perfeita;
- Corrija os erros logo que acontecem.

“Não é apenas a combinação dos métodos que origina os melhores resultados. São as pessoas, com a sua energia, capacidade e partilha, que tornam tudo possível.”
(Suzaki, 2010).

Capítulo 3 – O Caso em Estudo

Este capítulo descreve o caso de estudo proposto pela empresa onde foi realizado o estágio curricular, a Gestamp Aveiro. É feita uma pequena apresentação da empresa e o enquadramento do estudo em termos práticos.

3.1. Apresentação da Empresa

O grupo multinacional espanhol Corporación Gestamp atua em diferentes áreas de atividade e encontra-se dividido em 3 linhas de negócio: componentes de automóveis (Gestamp), centros de serviço de aço (Gonvarri) e energias renováveis (Gestamp Solar, Gestamp Eólica e Gestamp Biotermica). O grupo Gestamp Automocion centra-se na produção de componentes metálicos para a indústria automóvel e está presente em 18 países com 68 empresas e 13 centros de I&D.

Em 2001 o grupo adquire a “Tavol, Indústria de acessórios de automóveis, Lda”, indústria dedicada ao fabrico de componentes metálicos para o ramo automóvel, nascendo assim a Gestamp Aveiro, SA, situada na zona industrial de Nogueira do Cravo em Oliveira de Azeméis.

A empresa tem como visão ser reconhecida como uma empresa modelo do grupo Gestamp, superando de uma forma sustentável as expectativas de todas as partes interessadas (empresas do grupo, comunidade, entidades oficiais, comunidade académica, acionistas, colaboradores, clientes e fornecedores). Presentemente, a Gestamp Aveiro labora 24 horas por dia útil, contando com, aproximadamente, 400 colaboradores. Apesar de a satisfação do cliente e rentabilidade do negócio serem aspetos cruciais para a existência da empresa, esta considera que a Qualidade, o respeito pelo Meio Ambiente e a garantia de condições de Segurança e Saúde de todos os que nela trabalham, são a garantia da sustentabilidade da organização.

A preocupação com a melhoria contínua fez com que a empresa certificasse o sistema de gestão da qualidade segundo a norma internacional ISOTS16949 e o sistema de gestão ambiental segundo a norma ISO14001. Para além destas certificações, a Gestamp Aveiro é certificada pelo regulamento EMAS (sistema comunitário de ecogestão e auditoria) que tem como objetivo promover a melhoria contínua dos resultados

ambientais de todas as organizações europeias e fornecer informação ao público e às partes interessadas.

Segundo um estudo realizado pela revista Exame sobre “Melhores empresas para trabalhar em Portugal 2009” a Gestamp Aveiro ocupava a 27ª posição, destacando-se por ser a 2ª melhor empresa na indústria automóvel no segmento das Grandes Empresas.

O setor em que se insere exige uma melhoria contínua em todas as áreas da organização. Nesse sentido a empresa definiu os seguintes eixos estratégicos (Gestamp, 2011):

- Desenvolvimento da cultura de melhoria “*Lean*” orientada para uma constante procura do ganho, não só económico como também organizativo;
- Melhoria do nível de qualidade dos produtos;
- Desenvolvimento das ferramentas existentes na organização, de modo a proporcionar o retorno de informação relevante para a tomada de decisão;
- Continuidade das políticas de gestão de recursos, com o objetivo de envolver e motivar os colaboradores.

3.1.1. Clientes/Vendas

A Gestamp Aveiro fabrica para diversos construtores de automóveis localizados pelo mundo (Figura 5).

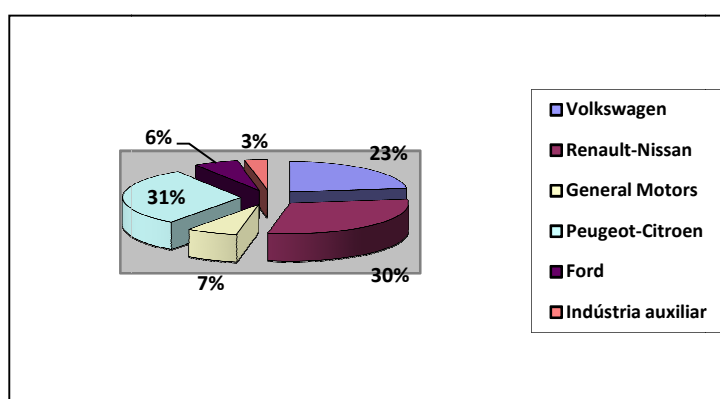


Figura 5 - Gráfico de percentagem das vendas por cliente (2012)

A Figura 6 representa a evolução do volume de negócios da empresa até ao ano de 2011.

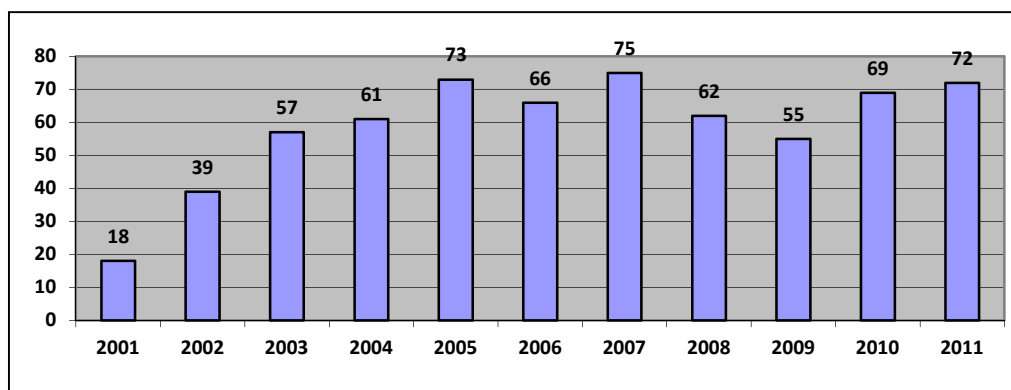


Figura 6 – Evolução do volume de negócios em milhões de euros (Fonte: Gestamp, 2011)

Em 2010, a empresa consegue superar a tendência decrescente do biénio 2008/2009 aumentando o volume de negócios em, aproximadamente, 20% relativamente a 2009. Em 2011 apresentava cerca de 72 milhões de euros.

3.1.2. Processo Produtivo

A Gestamp Aveiro tem como principal matéria-prima a chapa, adquirida em rolos ou formatos, e possui três processos produtivos: estampagem, soldadura e pintura.

No final de cada processo as peças podem ser expedidas para o cliente ou passar para o processo seguinte. Como produtos finais destacam-se os componentes de reforço estrutural, sistemas de impacto, *crossmembers*, componentes de eixos, componentes de chassis e pedaleiras.

A figura seguinte apresenta três exemplos de peças prontas a expedir para o cliente. Visualizando da esquerda para a direita temos peças estampadas, peças estampadas e soldadas e, por fim, peças estampadas, soldadas e pintadas.



Figura 7 - Exemplos de peças produzidas na Gestamp Aveiro

Estampagem

A estampagem consiste na produção de peças por deformação plástica a frio, no qual a chapa é colocada sobre uma ferramenta inserida numa prensa e submetida a uma força de maneira a adquirir o formato geométrico pretendido. Na zona de estampagem existem dois tipos de prensas de diferentes tonelagens, as Progressivas (Figura 8), alimentadas por rolos e as *Tranfers* (Figura 9), alimentadas por formatos, de onde resultam peças de várias formas e dimensões.



Figura 8 - Prensas Progressivas



Figura 9 - Prensa Transfer

Soldadura

Na Soldadura realiza-se a união de peças provenientes da estampagem. Estas peças podem ser soldadas entre elas e/ou a um ou mais componentes (casquilho, parafusos, porcas, varões, etc.). Utilizam-se dois processos de soldadura, por pontos (resistência) e MIG/MAG, sendo necessária a seleção do processo adequado de acordo com a situação. A soldadura por pontos consiste na união de metais, sem adição de material, através da aplicação de corrente elétrica e pressão na zona a soldar. Esta soldadura pode realizar-se através de prensas manuais (Figura 10) ou através de células robotizadas (Figura 11). Na soldadura MIG/MAG (Figura 12) é introduzido um fio de metal, fornecido continuamente por um alimentador, entre o arco elétrico e a peça de trabalho, realizando a união de materiais metálicos pelo aquecimento e fusão. O metal de solda é protegido da contaminação atmosférica por um fluxo de gás, inerte (MIG) ou ativo (MAG).



Figura 10 - Prensa Manual



Figura 11 - Célula Robotizada



Figura 12 - Soldadura MIG/MAG

Pintura

As peças a pintar são provenientes da estampagem, da soldadura e de outras empresas que subcontratam a Gestamp Aveiro.

Todas as peças são colocadas em suportes, designados bastidores, para prosseguirem para a linha de pintura (Figura 13).



Figura 13 - Linha de pintura

De forma a reduzir desperdícios, algumas das peças vindas da soldadura já chegam à pintura nos respetivos bastidores. As restantes peças são colocadas nos bastidores na zona de carga da pintura.

O processo de pintura divide-se em três fases: pré-tratamento, pintura e secagem. O pré-tratamento integra o desengorduramento e preparação da peça. De seguida, as peças são mergulhadas num banho de pintura e submetidas à secagem através da passagem por um túnel de secagem. Este processo apresenta um tempo de ciclo de 2 horas e 30 minutos.

3.2. Caracterização do Desafio

O caso de estudo desenvolveu-se no Departamento de Produção, mais propriamente nas áreas de estampagem e soldadura. O principal objetivo consistiu em melhorar os modos operatórios da troca de ferramentas de estampagem e dos processos de produção no setor de soldadura.

Foi definido, pelo chefe de produção e pelo coordenador *Lean*, o seguinte plano:

- Conhecer, elaborar e difundir vídeos de métodos operativos (MOP) demonstrativos do método de trabalho a utilizar nos vários processos produtivos existentes no setor de soldadura, assegurando que na definição dos mesmos está salvaguardada: a segurança e ergonomia do operador, a proteção do produto em termos de qualidade e a produtividade do processo.

- Conhecer, elaborar e difundir modos operatórios para as tarefas de troca de ferramenta a utilizar nos vários *setups* realizados nas prensas *Transfer* do setor de estampagem, assegurando que na definição dos mesmos está salvaguardada: a segurança e ergonomia dos elementos envolvidos na tarefa, a proteção do produto em termos de qualidade e a produtividade do processo.
- Na criação dos vídeos MOP a aplicar nos processos de soldadura deve assegurar que os mesmos são criados com o envolvimento conjunto de elementos das seguintes áreas: Departamento Técnico, Departamento de Higiene e Segurança, Departamento de Qualidade e Departamento de Produção.
- Na definição dos métodos operativos para as trocas de ferramenta do setor de estampagem deve assegurar a participação do montador e da chefia do Departamento de Produção.
- Formar os elementos do Departamento de Produção para os métodos operativos definidos.

No decorrer da sua atividade deve ainda:

- Cumprir e fazer cumprir as normas de higiene e segurança em vigor na empresa;
- Conhecer a política, procedimentos, instruções e regras de segurança do sistema de gestão e aplicá-los no desempenho da sua atividade;
- Contribuir para a melhoria da qualidade, ambiente e segurança da empresa colaborando no desenvolvimento de atividades de melhoria.

A grande diversificação de produtos a fabricar diariamente obriga a um elevado número de trocas de ferramenta. Em 2010, no setor de estampagem, foram realizadas cerca de 4.425 trocas de ferramenta com um tempo médio de 35 minutos por troca. Relativamente a 2011, foram feitas entre 600 a 800 trocas de ferramentas por mês com um tempo médio de troca de 33 minutos (dados dos relatórios de seguimento dos indicadores da empresa).

O aumento do número de trocas leva a um acréscimo do tempo improdutivo gasto neste tipo de tarefas, pois as máquinas não estão a produzir peças durante o processo de troca.

Frequentemente, as máquinas estão muito tempo paradas, ou seja, as mudanças são muito demoradas devido à execução de movimentos desnecessários e à não utilização de métodos standardizados. É neste contexto que surge um dos objetivos

deste projeto: reduzir o tempo gasto na realização das trocas de ferramenta de estampagem, identificando todas as atividades e movimentos que podem ser eliminados e criar um *standard* para as prensas *Transfer* que defina a sequência de operações a executar durante a troca pela equipa de montadores.

No setor de soldadura o desafio passa por rentabilizar o tempo em que as máquinas estão a produzir, procurando a melhor sequência de operações para o fabrico de cada referência soldada de forma a assegurar as condições ergonómicas, de qualidade e segurança.

Até ao momento, não existe nenhum modo operativo demonstrativo do método de trabalho a utilizar pelos operadores no fabrico das referências soldadas. Os operadores ficam habilitados a trabalhar em determinada referência depois de receberem formação de um dos chefes responsáveis pela soldadura. A principal preocupação do formador é explicar como se produzem as peças. No entanto, nem sempre é garantido que todos os chefes explicam da mesma forma a todos os operadores, ou seja, apesar de todos focarem os pontos essenciais para o fabrico de determinada peça podem não seguir obrigatoriamente a mesma sequência de operações. Isto acontece porque não existe nenhuma regra que lhes exija seguir uma determinada sequência de operações.

O operador após receber formação das suas chefias para ficar habilitado a trabalhar em certa referência numa certa máquina tem tendência a adequar aquilo que aprendeu à sua forma de trabalhar. Muitas vezes, a forma de trabalho adotada, para além de não ser a mais rentável em termos produtivos, é bastante prejudicial em termos ergonómicos, de qualidade e segurança.

A ideia é produzir vídeos demonstrativos do método de trabalho, ou seja, um vídeo *standard* para cada referência soldada, para que todos os operadores trabalhem da mesma forma. Com isto, pretende-se facilitar o trabalho, evitar erros e diminuir a variabilidade dos processos.

Estas propostas têm como objetivo aumentar a produtividade assegurando sempre a qualidade dos produtos e a segurança e ergonomia do operador.

Estes desafios promovem a melhoria contínua e são vistos como um método eficiente para incentivar os operadores, dando-lhes a oportunidade de participarem na resolução de problemas e tomada de decisão.

Capítulo 4 – Casos de Estudo: SMED e Standard Work

Neste capítulo apresentam-se os dois casos de estudo realizados no decorrer deste projeto: criação de um modo operativo genérico para utilizar nas trocas de ferramenta em prensas *Transfer* (SMED) e realização de vídeos demonstrativos do método de trabalho para as peças produzidas na soldadura (*Standard Work*).

4.1. Aplicação do SMED

Como falado anteriormente, um dos objetivos deste projeto consistiu em elaborar uma *checklist* onde constassem as operações a realizar aquando da troca de ferramentas em prensas *Transfer*, de forma a estandardizar o processo e diminuir os tempos em que a máquina está parada. Para que este objetivo seja atingido é crucial envolver toda a equipa e explicar-lhes quais os benefícios deste tipo de projeto para o desenvolvimento/crescimento da empresa.

Neste projeto apenas se aplicou o SMED a uma referência produzida numa das prensas *Transfer* – P0800T01. As trocas de ferramenta não exigem todas as mesmas operações, mas têm muitas operações em comum que podem ser estandardizadas. Com este estudo pretendeu-se, posteriormente, elaborar um modo operativo genérico para se utilizar em todas as operações de troca de ferramenta em prensas *Transfer*, ou seja, um *standard* para as trocas nas máquinas P0400T01, P0710T01, P0800T01, P0800T02 e P1250TA1.

Antes de passar à introdução de melhorias e posterior quantificação, é necessário recolher informação e caracterizar a situação atual. Dado isto, definiram-se as seguintes etapas:

1. Caracterização da Situação Atual de *Setup*;
2. Separação das Operações Internas e Externas;
3. Conversão de Operações Internas em Externas;
4. Definição e Implementação de Soluções que Permitam Reduzir a Duração das Operações;
5. Criação de um Modo Operatório Genérico a Utilizar nos *Setups* em *Transfers*.

Em paralelo, foi definido um planeamento de tarefas para afixar no chão de fábrica de forma a facilitar o seguimento deste projeto por todos os envolvidos (Figura 14).

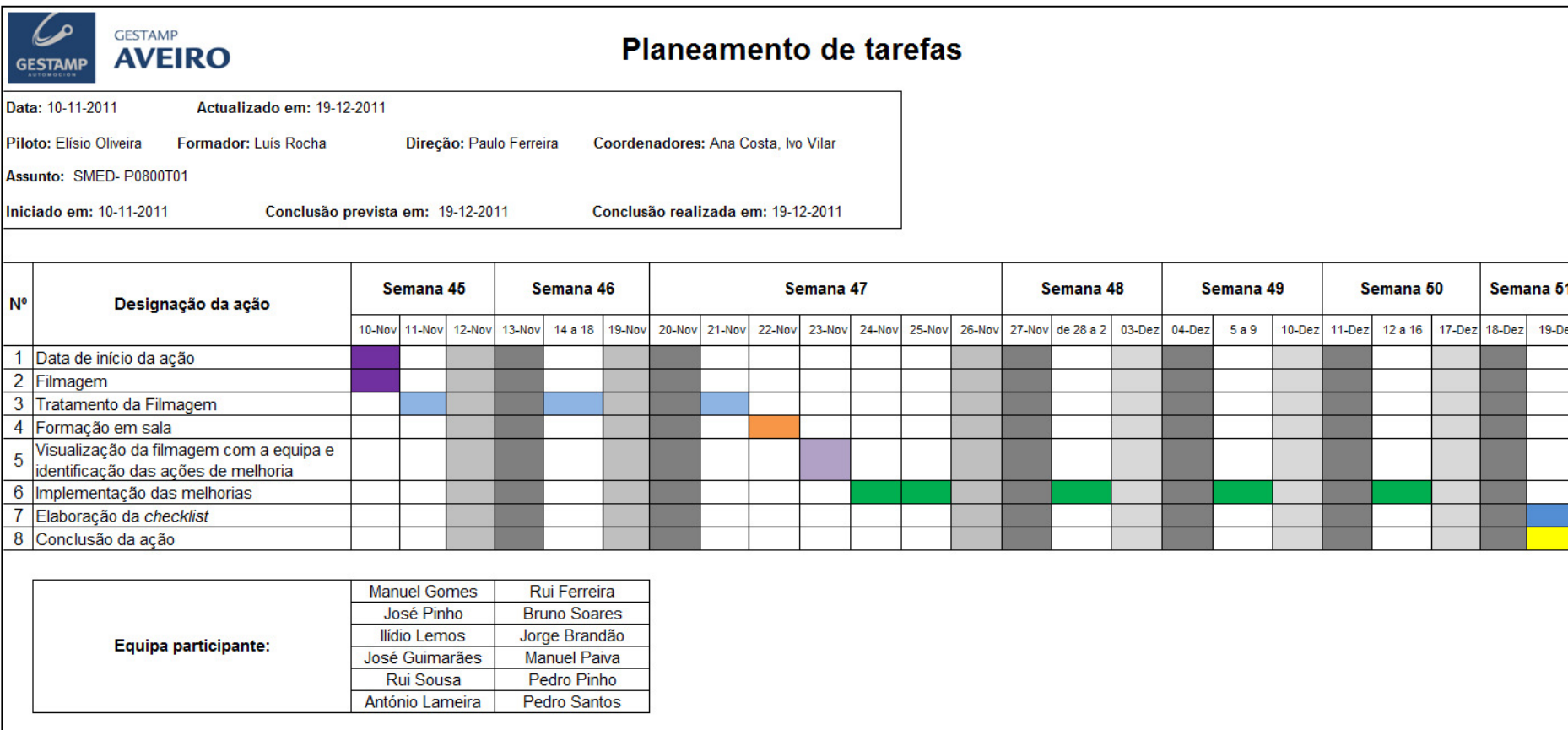


Figura 14- Planeamento de tarefas SMED

4.1.1. Caracterização da Situação Atual de *Setup*

A empresa tem vindo a desenvolver melhorias no âmbito da troca de ferramentas. No entanto, não existe nenhum *standard* que defina a sequência de operações a realizar durante os *setups*.

Apesar de haver um interesse por parte da administração em melhorar o tempo de troca, são os colaboradores do chão-de-fábrica que mais podem contribuir para a sua redução. Assim, pretendeu-se dar formação em sala para “reavivar” a memória e introduzir os conceitos do SMED aos colaboradores que nunca ouviram falar desta metodologia.

As trocas de ferramenta são realizadas por equipas que incluem montadores e operadores. Na fábrica existem 4 montadores responsáveis pelas trocas nas prensas *Transfer* e 7 responsáveis pelas prensas Progressivas. Uma troca numa prensa *Transfer*, normalmente, envolve dois montadores e três operadores. No caso de a troca ser realizada numa prensa Progressiva, usualmente, são alocados um montador e um operador.

Assim que a produção de uma determinada referência termina a máquina pára e inicia-se a troca de ferramenta. A duração da troca é contabilizada desde o último golpe até ao batimento de 20 golpes consecutivos da próxima referência. O tempo de *setup* é registado através do sistema de gestão “Captor”, que disponibiliza, em tempo útil, informação que reflete a realidade da fábrica.

Procedeu-se à recolha de alguns dados relativos às trocas de ferramenta, em prensas *Transfer*, na estampagem para que se possa, posteriormente, quantificar eventuais melhorias.

Dados recolhidos (relatórios de seguimento dos indicadores de desempenho da Gestamp):

- Tempo médio de cada troca de ferramenta em 2010 – 41 minutos.
- Tempo médio de cada troca de ferramenta em 2011 – 37 minutos.

Os dados provam que a empresa tem vindo a melhorar os seus tempos de *setup*.

Como dito anteriormente, a metodologia de Shingo apenas foi aplicada a uma das referências produzidas na estampagem (Figura 15).



Figura 15 - Peça estampada: "Querlenker"

Para a produção desta peça são utilizados dois blocos de ferramenta, como mostra a Figura 16. Estes blocos são movimentados através de uma ponte rolante para uma mesa móvel que, de seguida, é colocada dentro da prensa onde é produzida a peça - P0800T01.



Figura 16 - Ferramenta de estampagem da peça "Querlenker"

A filmagem da troca de ferramenta foi realizada com o intuito de ajudar na análise dos seguintes pontos:

- Tempo utilizado a efetuar cada operação;
- Sequência das operações;
- Aspetos que limitam a eficácia/eficiência do processo.

Dando uma breve olhadela ao filme realizado facilmente nos apercebemos que nem sempre as operações são feitas de forma a facilitar a troca.

É fundamental compreender que existem várias formas de melhorar os tempos de *setup* e que se podem obter grandes ganhos, sem recurso a investimentos dispendiosos, através da prática de princípios básicos e *brainstorming*.

4.1.2. Separação das Operações Internas e Externas

Na Tabela 1 encontram-se descritas as operações externas realizadas antes da paragem da máquina para efetuar a troca de ferramenta.

Tabela 1 - Operações externas realizadas antes de a máquina parar

Operações externas		
Realizadas antes de a máquina parar	Item	Descrição da operação
	1	Verificar existência e pedir matéria-prima
	2	Verificar se a ferramenta está OK
	3	Preparar bloco 1 da ferramenta da referência a entrar na máquina
	4	Transportar bloco 1 do armazém de ferramentas (Anexo 1 - A) para a mesa (Anexo 1 - B) e fixar
	5	Mover ponte de transporte
	6	Preparar bloco 2 da ferramenta da referência a entrar na máquina
	7	Transportar bloco 2 da manutenção de ferramentas (Anexo 1 - C) para o armazém de ferramentas (Anexo 1 - A)
	8	Transportar bloco 2 do armazém de ferramentas (Anexo 1 - A) para a mesa (Anexo 1 - B) e fixar
	9	Preparar barras
	10	Limpar trilhos de movimentação da mesa
	11	Informar empilhador para trazer embalagens

Depois de descritas as operações realizadas antes da paragem da máquina, apresentam-se de seguida, na Tabela 2, as operações internas, ou seja, as operações realizadas com a máquina parada.

Tabela 2 - Operações internas

Operações internas						
Realizadas com a máquina parada	Item	Tempo máquina			Duração	Tempo
	12	Parar máquina e abrir modo de preparação Captor			0:00:06	0:00:06
	13	Abrir portas e pantalha da sucata			0:00:23	0:00:29
	14	Limpar resíduos de sucata			0:01:02	0:01:31
	15	Fechar pantalha da sucata			0:00:03	0:01:34
	16	Desligar mangueiras do ar e fichas			0:00:31	0:02:05
	17	Colocar calços			0:00:35	0:02:40
	18	Retirar barras e sobrebarras			0:01:17	0:03:57
	19	Montar sobrebarras seguintes			0:01:00	0:04:57
	20	Fechar porta de trás			0:00:15	0:05:12
	21	Abrir porta de trás			0:00:09	0:05:21
	22	Arranjar mangueiras mal posicionadas			0:00:15	0:05:36
	23	Fechar porta de trás			0:00:15	0:05:51
	24	Baixar carro para fechar ferramenta			0:00:24	0:06:15
	25	Abrir porta de trás			0:00:15	0:06:30
	26	Desamarrar ferramenta e retirar amarres			0:00:11	0:06:41
	27	Fechar porta de trás			0:00:15	0:06:56
	28	Subir carro			0:00:10	0:07:06
	29	Abrir porta de trás			0:00:15	0:07:21
	30	Retirar mangueiras do ar	Ligar mangueira para mover mesa e subir mesa	Limpar trilhos de movimentação da mesa	0:00:59	0:08:20
	31				0:00:44	0:09:04
	32	Retirar mesa da máquina	Preparar e carregar alimentador	Limpar zona da mesa	0:01:06	0:10:10
	33	Ligar mangueira na 2ª mesa e mover a mesa da ferramenta para a frente da máquina			0:01:04	0:11:14
	34	Acionar válvula para subir a mesa		Montar pulverizador de óleo	0:00:24	0:11:38
	35	Subir a mesa			0:01:01	0:12:39
	36	Desativar válvula			0:00:20	0:12:59
	37				0:01:00	0:13:59
Realizadas com a máquina parada	38	Mover mesa para dentro da máquina			0:00:52	0:14:51
	39	Ligar mangueiras	Arrumar maquete da referência anterior	Limpeza de sucata da mesa	0:00:39	0:15:30
	40			Descer mesa	0:00:40	0:16:10
	41	Desligar e recolher mangueira de mover a mesa	Mudar de Programa		0:00:16	0:16:26
	42	Fechar porta de trás			0:00:15	0:16:41
	43	Regular altura e baixar carro	Preparar embalagens	Arrumar cabos	0:01:22	0:18:03
	44	Subir porta de trás	Amarrar ferramenta e colocar amarres		0:00:15	0:18:18
	45				0:00:49	0:19:07
	46	Fechar porta de trás			0:00:15	0:19:22
	47	Subir carro			0:00:06	0:19:28
	48	Subir porta de trás			0:00:15	0:19:43
	49	Programa			0:01:00	0:20:43
	50	Montar barras	Organizar posto e preparar tapetes		0:02:12	0:22:55
	51	Retirar calços			0:00:13	0:23:08
	52	Ligar fichas e mangueiras do ar			0:03:39	0:26:47
	53	Fechar porta de trás			0:00:15	0:27:02
	54	Afinações finais	Preparar 2º carregador	Preparar documentação	0:04:40	0:31:42
	55	Acertar passo e bater em modo manual			0:05:15	0:36:57
	56	Fechar porta da frente			0:00:15	0:37:12
	57	Arrancar em modo automático e bater 20 golpes consecutivos			0:01:02	0:38:14
	58	Fechar Modo de Preparação em Captor			0:00:05	0:38:19

Fazendo uma breve análise à Tabela 2 conclui-se que o *setup*, tempo desde o último golpe da referência que saiu até ao batimento de 20 golpes consecutivos em modo automático da nova referência, teve uma duração de 38 minutos e 19 segundos.

Por último, realizam-se as operações externas realizadas depois do arranque da máquina (Tabela 3).

Tabela 3 - Operações externas realizadas depois de a máquina arrancar

Operações externas		
Realizadas depois de a máquina arrancar	Item	Descrição da operação
	59	Fazer o controlo da primeira peça
	60	Colocar ferramenta que saiu da máquina no armazém
	61	Organizar posto de trabalho

Nos *setups* efetuados em prensas *Transfer* o controlo da primeira peça apenas é realizado depois do arranque da máquina.

4.1.3. Conversão das Operações Internas em Externas

Analisando as operações externas e internas facilmente se nota que existe uma grande preocupação em fazer o que pode ser feito enquanto a máquina está a trabalhar. No entanto, existem duas atividades consideradas internas que podem ser realizadas quando a máquina está a trabalhar: “Arrumar maquete da referência anterior” e “Preparar documentação”. Neste caso, a passagem destas atividades a trabalho externo não influencia o tempo de *setup* uma vez que não são atividades críticas e não são realizadas pelos montadores mas sim pelos operadores que auxiliam a troca. Se por algum motivo a troca tiver que ser feita por menos colaboradores ou apenas por montadores e se estas atividades forem realizadas quando a máquina está parada o tempo de *setup* poderá ser mais moroso. Como se pode verificar na Tabela 2, estas duas atividades demoram cerca de 6 minutos para serem executadas. É importante referir que os operadores enquanto estão alocados a estas atividades não poderão auxiliar os montadores noutras tarefas, caso necessário.

4.1.4. Definição e Implementação de Soluções que Permitam Reduzir a Duração das Operações

Da análise realizada, depois da formação e visualização do vídeo por parte dos envolvidos, foi possível concluir que se desperdiçava tempo devido às seguintes situações:

- Ajustes e operações desnecessárias;

A operação referente ao item 7 faz com que a preparação da troca seja mais complexa e demorada. O facto de a ferramenta se encontrar na zona de manutenção obrigou os montadores a realizar dois transportes (da zona de manutenção para o armazém e, de seguida, do armazém para a mesa) para movimentar o bloco 2 até à mesa junto à prensa. Isto porque é necessário recorrer a duas pontes de transporte de ferramentas para conseguir fazer a deslocação pretendida. Esta situação pode ser evitada se os responsáveis pela manutenção de ferramentas tiverem a preocupação de transportar a ferramenta para a zona de armazém logo após a conclusão da manutenção da mesma. Desta forma, os montadores não necessitam despende o seu tempo para estas tarefas.

Um ponto que salta à vista é o facto das operações relativas aos itens 21, 22, 23, 34 e 36 estarem preenchidas a vermelho. Esta formatação serve para assinalar as operações que correspondem a situações inúteis realizadas durante a troca.

Olhando para a sequência de operações verifica-se que o descuido humano com a posição de uma mangueira originou a execução das operações relativas aos itens 21, 22 e 23.

Os itens 34 e 36 dizem respeito a operações executadas por motivo de avaria do equipamento. O botão não estava a acionar/desativar a válvula de subida/descida da mesa de forma automática, obrigando o montador a acionar/desativar a válvula manualmente.

Estes itens correspondem a situações de desperdício que implicam, desnecessariamente, 1 minuto e 23 segundos do tempo de *setup*.

- Botão da mesa sem retorno ao centro;

A mesa referente à ferramenta que saiu da máquina possui botão sem retorno ao centro, permitindo que a operação de subir ou descer a mesa não exija a presença de um montador durante a sua execução. A outra mesa utilizada na troca, correspondente à referência que entra para a máquina, têm um botão com retorno ao centro. Este facto, para além de implicar a presença permanente de um montador aquando as operações de

descida e subida da mesa, não possibilita que o montador se dedique a outras operações realizadas em paralelo com estas.

- Fixação do suporte do pulverizador;

A operação “Montar pulverizador de óleo”, item 34, 35, 36 e 37, é uma atividade crítica no processo de troca de ferramenta, pois só depois da sua montagem e subida da mesa é que se pode proceder à movimentação da mesa para dentro da máquina. Um dos montadores depois de subir a mesa (item 35) e desativar a válvula (item 36) ainda espera 1 minuto para que o outro termine a montagem do pulverizador de óleo. Chegou-se à conclusão que grande parte do tempo utilizado para fazer esta operação, 2 minutos e 45 segundos, deve-se à forma de fixação do pulverizador, ou seja, a forma do aperto dificulta bastante a sua execução.

- Inexistência de procedimentos padrão para a execução do *setup*.

A inexistência de um padrão a utilizar por todos os responsáveis pelas trocas de ferramenta gera variabilidade no processo, pois nem sempre as trocas são feitas da mesma maneira.

Para combater os desperdícios anteriormente mencionados e diminuir o tempo total de *setup* definiram-se algumas ações de melhoria. A Tabela 4 expõe as ações de melhoria implementadas ao nível do equipamento.

Tabela 4 - Ações de melhoria SMED

Ações de melhoria	Responsável pela execução da ação	Data em que a ação foi finalizada
Aplicar apertos rápidos (em forma de pêra) na estrutura do pulverizador de óleo;	Ilídio Lemos	08/12/11
Alterar botão da mesa para um botão sem retorno ao centro;	Manutenção de equipamentos	15/12/11
Arranjar mecanismo automático responsável por acionar a válvula de subida/descida da mesa.	Manutenção de equipamentos	15/12/11



4.1.5. Criação de um Modo Operatório Genérico a Utilizar nos *Setups* em *Transfers*

Este exemplo, seguimento de todo processo da troca realizada na prensa P0800T01, serviu para caracterizar genericamente os *setups* realizados neste tipo de prensas e detalhar o procedimento a utilizar no futuro.

Com a finalidade de organizar e criar procedimentos, um dos principais objetivos deste projeto, foi desenvolvido um modo operatório, apresentado na Tabela 5, para o processo de troca de ferramenta a utilizar nos *setups* realizados nas prensas *Transfer*.

Tabela 5 - Modo operatório genérico para TRF em *Transfers*

Item	Descrição da operação	Montador	Operador
Operações externas: realizadas antes de a máquina parar			
1	Verificar existência e pedir matéria-prima	X	
2	Preparar ferramenta da referência seguinte	X	
3	Montar ferramenta na mesa suplementar	X	
4	Informar empilhador para trazer embalagens		X
5	Preparar documentação da referência seguinte	X	
6	Arrumar maquete da referência anterior e trazer maquete da referência seguinte		X
Operações internas: realizadas durante a paragem da máquina			
7	Parar máquina e abrir modo de preparação Captor	X	
8	Abrir porta de trás e pantalha da sucata	X	
9	Limpar resíduos de sucata	X	X
10	Fechar pantalha da sucata	X	
11	Desligar mangueiras do ar e fichas	X	X
12	Colocar calços	X	
13	Retirar barras e sobrebarras	X	X
14	Montar sobrebarras seguintes	X	X
15	Fechar porta de trás	X	
16	Baixar carro para fechar ferramenta	X	
17	Abrir porta de trás	X	
18	Desamarrar ferramenta e retirar amarres	X	
19	Fechar porta de trás	X	
20	Subir carro	X	
21	Abrir porta de trás	X	
22	Desamarrar e subir mesa	X	
23	Retirar mesa da máquina	Limpar zona da mesa	X
24	Retirar ferramenta da mesa	X	
25	Limpar mesa	X	X
26	Montar a ferramenta da referência seguinte	X	
27	Mover a mesa da ferramenta que vai produzir	Carregar alimentador	X
28	Descer mesa e mudar Programa		X
29	Fechar porta de trás		X
30	Regular altura e baixar carro	Preparar embalagens	X
31	Subir porta de trás		X
32	Amarrar ferramenta e colocar amarres		X
33	Fechar porta de trás	Preparar 2º carregador	X
34	Subir carro		X
35	Subir porta de trás		X
36	Montar barras	X	X
37	Retirar calços	X	
38	Ligar fichas e mangueiras do ar	X	
39	Fechar porta de trás	X	
40	Acertar passo e bater em modo manual	X	
41	Fechar porta da frente	X	
42	Arrancar em modo automático e bater 20 golpes seguidos	X	
43	Fechar modo de preparação em Captor	X	
Operações externas - realizadas depois da máquina arrancar			
44	Fazer o controlo da primeira peça	X	X
45	Colocar ferramenta que saiu da máquina no armazém	X	
46	Organizar posto de trabalho	X	X

 Operações realizadas quando existe mesa e carregador suplente
 Operações realizadas quando existe apenas uma mesa

No documento, “Modo operatório genérico para as trocas de ferramenta em *Transfers*”, os montadores e operadores podem visualizar a sequência de operações a realizar durante o processo da troca e quais as operações que devem ser realizadas antes da paragem da máquina, com a máquina parada e, por fim, depois de a máquina começar a trabalhar.

4.1.6. Resultados

As melhorias efetuadas em consequência do SMED realizado permitem reduzir o tempo da troca em 2 minutos e 23 segundos, passando de 38 minutos e 19 segundos para 35 minutos e 56 segundos. A tabela seguinte mostra o tempo ganho com a eliminação das operações inúteis e com a mudança do aperto do suporte do pulverizador de óleo para o formato em pêra. Apesar de se terem realizado outras melhorias, apenas estas trouxeram ganhos em termos de tempo.

Tabela 6 - Tempo ganho com a aplicação do SMED

	Tempo “ganho”
Operações eliminadas (itens 21, 22, 23, 34 e 36)	0:01:23
Operações melhoradas (“Montagem do pulverizador”)	0:01:00

A criação do modo operatório genérico não permite observar resultados no curto prazo. No entanto, avaliando o resultado do tempo médio de troca obtido nas prensas *Transfer* em 2012 pelo setor de estampagem, 32 minutos, conclui-se que os tempos de troca em *Transfers* reduziram, aproximadamente, 14% relativamente ao ano anterior.

A formação facultada aos intervenientes das trocas de ferramenta e a existência de um padrão a seguir por todos permite as seguintes vantagens:

- Redução dos tempos de *setup*;
- Eliminação de erros de *setup*;
- Diminuição da variabilidade;
- Auxilia o processo da troca;
- Aumento da taxa de utilização das máquinas;

- Novas atitudes.

Os resultados alcançados demonstram que a aplicação da metodologia SMED deve ser vista como uma mais-valia para as organizações.

4.2. Aplicação do *Standard Work* – Vídeos MOP

Como já foi dito anteriormente, um dos grandes objetivos deste projeto incidiu na standardização dos modos operatórios da secção de soldadura da empresa. Inicialmente fez-se um levantamento de informação no chão-de-fábrica através da observação direta dos operadores nos postos de trabalho. De seguida, realizaram-se estudos aos modos operatórios de forma a standardizar os processos no sentido da melhoria contínua.

4.2.1. Estado Atual

Na secção de soldadura (Anexo 2) são soldadas diversas referências. O trabalhador fica habilitado a trabalhar numa determinada referência após receber formação por parte de um dos chefes da soldadura. No entanto, não existe nenhuma formalização do modo como este deve operar. Assim, o operador realiza o seu trabalho segundo o que lhe dá mais jeito. A utilização de um método próprio muitas das vezes faz com que o operador realize esforços desnecessários que prejudicam a sua saúde.

Não existe nenhum procedimento que indique aos operadores quais as operações e sequência a realizar em cada referência produzida na soldadura. Apesar disto, é do conhecimento de todos que têm que seguir certos procedimentos de qualidade e segurança.

Na Gestamp Aveiro todos os operadores têm de utilizar EPI's (Equipamento de Proteção Individual) de segurança para se protegerem durante a execução do seu trabalho. No setor da soldadura são obrigatórios os seguintes EPI's: uniforme, sapatos de segurança, luvas e auriculares. Alguns postos obrigam, ainda, ao uso de manguitos e óculos de proteção.

Depois de observar alguns postos de trabalho rapidamente se conclui que existem alguns fatores que afetam negativamente a produtividade, a qualidade dos produtos e a saúde dos operadores.

Pretende-se que a criação/utilização de vídeos *standards* demonstrativos do modo operatório possa minimizar ou até eliminar alguns dos fatores anteriormente mencionados e permitir:

- Ajustar cadências;
- Aumentar a produtividade;
- Facilitar a formação de novas funções;
- Minimizar erros;
- Diminuir a variabilidade;
- Assegurar a qualidade;
- Assegurar a segurança;
- Promover a melhoria contínua.

A implementação desta ferramenta tem como finalidade proporcionar ganhos não só para a empresa, mas também para os operadores que executam as tarefas.

4.2.2. Metodologia

Os vídeos demonstrativos do método de trabalho devem ter uma duração de, aproximadamente, 2 minutos. Devem incluir, pelo menos, um ciclo completo de produção da respectiva peça e uma parte onde conste as informações importantes para a sua produção.

Para o desenvolvimento dos vídeos MOP foi definida a seguinte sequência de tarefas:

1. Consultar listagem de processos com MOP e analisar prioridades definidas;

Para seguir este trabalho e ter feedback da sua evolução foi criada uma listagem em Excel (Figura 17) onde constam as 239 referências a filmar, as prioridades (definidas pelo Departamento de Produção como “Muito urgente”, “Urgente” e “Não urgente”) e os postos onde são produzidas.

CONTROLE DE REFªS COM VÍDEO MOP								
Total Refªs:				239				
Total MOPs criados:				0				
Total Validado DP:				0				
Total Validado DQ:				0				
Total Validado DH&S:				0				
Total difundidos DT:				0				
Total sem MOP criado:				239				
Taxa de implementação:				0%				
PRIORIDADE:		MUITO URGENTE		URGENTE				
		1		2				
UAP	POSTO	REFª/VERSÃO	PRIORIDADE	DIVULGAÇÃO DT	Com MOP criado	Validado D. Produção	Validado D.Q.	Validado D.H&S
6-Robots Resist Norte	C0010M01	M551504U0D	Muito Urgente	NOK				
6-Robots Resist Norte	C0010R01	MR41836U0B	Urgente	NOK				
6-Robots Resist Norte	C0010R01	MS41836U0A	Urgente	NOK				
6-Robots Resist Norte	C0010R01	S292343U0A	Muito Urgente	NOK				
6-Robots Resist Norte	C0010R01	S810621/2U0A	Não Urgente	NOK				

Figura 17 - Listagem seguimento dos vídeos MOP no início do projeto

Apesar das prioridades definidas, só se pode observar a produção de uma referência se esta estiver a ser produzida. Assim, é fundamental conciliar o planeamento diário da soldadura com as prioridades definidas. Nem sempre o que está definido como prioritário é produzido primeiro.

2. Analisar planeamento da peça, sequência de produção;

Observam-se as operações efetuadas pelos operadores e a sequência das mesmas. Quando possível, a observação é feita a mais que um operador a produzir a mesma referência para que se consiga fazer um estudo mais realista. Analisam-se as operações que acrescentam valor ao produto e as que são consideradas desperdício. De seguida, definem-se as operações e a sequência a executar durante a filmagem. Nesta fase, é fundamental contar com a participação dos operadores, pois são eles que melhor conhecem a realidade do processo.

3. Analisar o posto em que a peça é produzida;

A forma como o posto de trabalho está organizado pode influenciar a eficiência do processo. Para evitar desperdícios a este nível, é importante trabalhar no sentido de encontrar a melhor localização dos objetos necessários para produzir determinada peça.

4. Trocar impressões com o Departamento de Produção;

Nesta etapa trocam-se ideias com o responsável pela melhoria contínua sobre o que foi definido nas fases anteriores, se necessário redefinem-se novamente as operações, sequência e *layout*.

5. Realçar pontos importantes a filmar;

Decidir quais os pontos essenciais a filmar para que se consiga fazer o pretendido à primeira. Muitas das vezes, a filmagem tem que ser repetida devido ao

esquecimento de certos pontos fundamentais (embalagem definida, *poka-yoke*) ou a erros.

6. Listar pontos a mencionar nas informações relevantes;

Para facilitar a aprendizagem da produção de uma determinada referência são colocadas informações (por escrito), ou porque não se conseguem destacar durante a visualização do vídeo ou porque se pretende realçar algum ponto crucial, como por exemplo o número de peças por embalagem, o uso de EPI's obrigatórios, etc.

7. Fazer filme;

Ir para o terreno e começar por avisar o operador de como deve proceder e o que se pretende com a filmagem. A colaboração do operador é fundamental para que tudo corra como planeado. Filmar o tempo necessário para conseguir elaborar os 2 minutos de filme.

Todos os filmes devem obedecer às seguintes etapas:

- Imagem inicial com duração de 10 segundos (Figura 18);



Figura 18 - Imagem inicial dos vídeos MOP

- Filme da produção da referência em assunto (pelo menos um ciclo completo);
- Informações relevantes. A Figura 19 apresenta a imagem das informações relevantes de uma das referências filmadas;

Informações relevantes:
Inspecção a 100% do estado dos cordões.
Uso obrigatório de manguitos/luvas com manga.
Limpeza a 100% dos salpicos.
Uso obrigatório de óculos de protecção.

Figura 19 – Informações relevantes de um vídeo MOP

8. Editar filme recorrendo ao *Software Windows Movie Maker*;

Com a ajuda deste *software* realiza-se a montagem para o vídeo final, com a imagem inicial, a filmagem da produção da referência e a imagem das informações relevantes. É frequente ter-se que cortar/colar partes do filme devido a situações indesejadas.

9. Pré-validar filme com Departamento de Produção;

À medida que se vão realizando os vídeos no *software* o coordenador *Lean* visualiza-os para que sejam validados no que diz respeito à produção.

10. Validar filme com o Departamento de Qualidade e Departamento de Higiene & Segurança;

De seguida, os vídeos são vistos tanto pelos elementos do departamento de qualidade como pelos elementos do departamento de higiene e segurança. No que diz respeito à qualidade o objetivo é analisar se o método operativo escolhido põe em causa a qualidade do produto. Apesar de se tentar considerar os aspetos de qualidade e segurança em cada filmagem, alguns vídeos são rejeitados por falta de algum ponto importante.

11. Divulgar filme com autorização do técnico;

Por último, os vídeos são enviados para o departamento técnico para serem validados pelo respetivo chefe de projeto da referência correspondente.

12. Disseminar filme e colocar dístico informativo na máquina da referência filmada.

Assim que os vídeos são distribuídos, pelo departamento técnico, no Sistema Documental (diretório de informação acedido por todos os colaboradores), os operadores podem visualizá-los através dos computadores disponibilizados nos

postos de trabalho. Posteriormente é colocado um dístico informativo em cada posto de trabalho para que os operadores saibam quais as referências que já possuem vídeo MOP. É necessário explicar o conceito dos vídeos MOP a todos os operadores e demonstrar como podem aceder facilmente à sua visualização. Para ver os vídeos o operador têm que aceder à Intranet, escolher a opção “Serviços” e carregar em “Documentação Produção” (Figura 20).

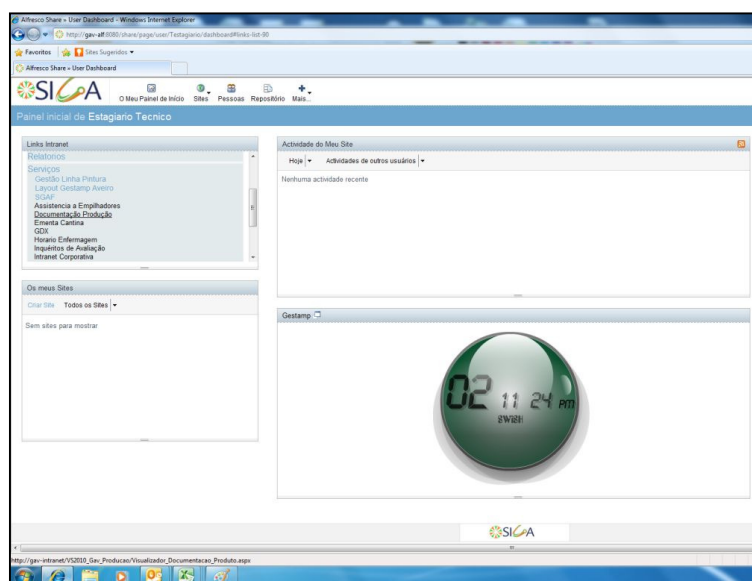


Figura 20 - Janela do sistema de informação

De seguida, aparecerá uma janela (Figura 21) onde terá de fazer uma pesquisa por posto e/ou referência pretendida e depois carregar em “MOP (Vídeo Modo Operativo Produção) ”.



Figura 21 - Janela da Documentação do Produto

Deste modo, os operadores poderão consultar os vídeos MOP de uma forma prática, sem terem de se deslocar do local de trabalho.

4.2.3. Desenvolvimento e Resultados

Durante a realização dos vídeos MOP foram detetados vários desperdícios/problemas:

- Rampas, recipientes internos e externos posicionados de forma inadequada: longe da máquina, muito em cima ou em baixo do aconselhável;
- Má utilização dos dispositivos de desenfumagem, óculos e manguitos de proteção;
- Movimentos desnecessários;
- Modo de trabalhar inadequado (salpicos nas peças, mistura de componentes);
- Cadências desajustadas;
- Esforço de peso (alguns operadores pegam em muitas peças de uma só vez).

Enquanto se fazia o planeamento de cada vídeo MOP, antes da filmagem final de cada referência, iam-se efetuando melhorias nos postos de trabalho. Algumas referências foram filmadas mais que uma vez, pois com o tempo foram-se implementando novas melhorias.

De seguida serão apresentadas as melhorias realizadas durante as fases 2 e 3 anteriormente mencionadas:

- Emparelhamento de máquinas: tendo em conta o volume de necessidade de produção e a cadência das referências algumas máquinas foram emparelhadas para rentabilizar o tempo em que o operador está à espera da máquina;
- Criação/utilização de dispositivos *poka-yoke* em algumas referências: foram criados alguns dispositivos para detetar a existência de componentes soldados e algumas peças passaram a ser controladas em balanças para prevenir a ocorrência de defeitos;
- Reestruturação de algumas rampas de forma a facilitar o processo e melhorar a ergonomia dos operadores: em alguns casos, talvez por aproveitamento de outros postos, a estrutura das rampas não facilitava o processo e provocava movimentos desnecessários do corpo prejudicando a saúde do operador;

- Reajustamento/equilíbrio de algumas cadências: a inexistência de um padrão a seguir faz com que as cadências atingidas variem significativamente de operador para operador. À medida que se definiam os modos operatórios analisavam-se as cadências de forma a equilibrar os tempos de ciclo (eliminar “gargalos”);
- Redefinição de *layouts* em alguns postos de trabalho: a disposição dos objetos/componentes de trabalho, utilizados na produção de cada referência, deve ser definida tendo em conta a sequência de operações e movimentações necessárias. Para facilitar o processo de fabrico e reduzir desperdícios de movimentos alguns *layouts* foram modificados.

Com o decorrer deste trabalho foi-se concluindo que os vídeos MOP auxiliam na resolução de problemas que muitas vezes, na rotina do trabalho, não são identificados e que facilmente proporcionam melhorias significativas. A sua visualização por parte dos departamentos envolvidos facilita o levantamento de aspetos importantes para a definição dos modos operatórios a utilizar, por todos os operadores, em cada uma das referências produzidas no setor da soldadura.

Não foi possível fazer o vídeo MOP para todas as referências produzidas no setor da soldadura, pois algumas das referências não foram requisitadas pelos respetivos clientes ou não foram produzidas durante o estágio, o que impossibilitou a sua produção e filmagem do processo. Ainda assim, conseguiram-se realizar vídeos demonstrativos do método de trabalho para 193 referências das 239 propostas, atingindo-se uma taxa de implementação de 81% (Figura 22). As referências produzidas com maior frequência fazem parte desta percentagem.

CONTROLO DE REF^{as} COM VÍDEO MOP	
Total Ref^{as}:	239
Total MOPs criados:	193
Total Validado DP:	193
Total Validado DQ:	193
Total Validado DH&S:	193
Total Difundidos DT:	193
Total sem MOP criado:	46
Taxa de implementação:	81%

Figura 22 - Listagem de seguimento dos vídeos MOP no fim do projeto

Para que esta implementação fosse bem-sucedida e o resultado positivo foi necessário mostrar aos operadores que a criação de *standards* para os processos de

fabrico de peças soldadas não tinha como finalidade inspecionar a forma como trabalham nem fazê-los trabalhar mais depressa! Foi importante transmitir-lhes que a ideia surgiu no sentido de proporcionar vantagens não só para a empresa mas também para os operadores.

De seguida, serão descritas as vantagens da definição e utilização dos vídeos MOP na empresa:

- Facilita a formação - com um vídeo *standard* para cada uma das referências soldadas, onde se visualizam as tarefas a executar e a respetiva sequência, os colaboradores podem facilmente adquirir informação, de forma autónoma, de como as coisas devem ser feitas. Este método revelou ser bastante vantajoso, pois pode ser uma ferramenta bastante útil no esclarecimento de dúvidas que os operadores, muitas das vezes, não são capazes de perguntar diretamente às suas chefias. Além disso, facilitam a aprendizagem de novas funções e podem ser uma mais-valia na adaptação de novos colaboradores e criação de polivalência.
- Assegura a qualidade do produto – o operador ao realizar o modo operativo como demonstra o vídeo MOP está a assegurar a qualidade do produto, pois os vídeos são validados pelos responsáveis da qualidade. São analisados vários pontos: existência de salpicos, dispositivos *poka-yoke*, limpeza das peças, modo de embalamento, etc.
- Aumenta a produtividade – a redução de desperdícios, o equilíbrio dos tempos de ciclo (eliminando os “gargalos”) e a otimização dos métodos operativos permitem obter melhores níveis de produtividade.
- Assegura a segurança/saúde e ergonomia do operador – o departamento responsável pela higiene e segurança averigua se os modos operatórios estão de acordo com as normas de segurança existentes tanto para os equipamentos como para os operadores. São verificados fatores como: uso de EPI’s, equipamentos de desenfumagem, proteções das máquinas, peso das peças, espaço de fuga, entre outros. São, ainda, analisados os deslocamentos do corpo de forma a minimizar os movimentos desnecessários, de esforço extremo e lesões por esforço repetitivo na execução do trabalho. Pretende-se evitar problemas como limitações, incapacidade de trabalhar e prevenir acidentes de trabalho. A utilização de soluções ergonómicas no local de

trabalho é uma iniciativa que pode aumentar significativamente os níveis de satisfação, eficácia e eficiência do operador.

- Reduz a variabilidade dos processos – se toda a gente fizer da mesma forma, ou seja, executar o seu trabalho de acordo com os vídeos MOP, os resultados serão mais regulares. A existência de um padrão, a seguir para cada uma das referências, permite atingir rendimentos semelhantes, mesmo quando se trata de operadores diferentes.
- Aumenta a previsibilidade – a redução da variabilidade dos processos ajuda o responsável pelo planeamento da soldadura a ter uma melhor previsão da produção.
- Facilitam a análise de cadências (métodos e tempos) – através do vídeo MOP de cada referência é possível retirar a cadência de forma prática e a qualquer momento, não sendo necessário ir para o terreno assistir à produção.

A preocupação em trabalhar sempre melhor e a continuidade da utilização desta ferramenta permitirão, certamente, aumentar a consistência dos processos de soldadura na empresa.

Capítulo 5 – Conclusões e Desenvolvimentos Futuros

Os conceitos e ferramentas aplicadas durante o projeto baseiam-se na filosofia *Lean*. Este estudo enquadra-se na política de melhoria contínua da empresa e na preocupação com a necessidade de eliminar desperdícios, identificar oportunidades de melhoria, propor soluções e implementá-las.

Tendo em conta que a filosofia *Lean* visa o envolvimento de todos, é necessário apostar na formação de todos os quadros e estimular o comprometimento dos colaboradores para o compromisso da melhoria contínua.

No que diz respeito às mentalidades e comportamentos, apesar de alguns colaboradores mostrarem grande entusiasmo, interesse e dedicação, outros são resistentes à mudança e tentam minimizar as alterações nos hábitos e rotinas. O diálogo traduziu-se numa das formas mais eficazes no combate a estas dificuldades. É importante motivar as pessoas, pedir-lhes a sua opinião e partilha de conhecimento e explicar/demonstrar o que se pretende com as alterações, realçando as vantagens da mudança tanto para a empresa como para os colaboradores.

Efetuando uma análise global ao projeto de estágio, desenvolvido na Gestamp Aveiro, é possível afirmar que a generalidade dos objetivos propostos foram cumpridos e a avaliação do trabalho foi positiva.

No que toca à primeira parte deste projeto, mais concretamente, à implementação da metodologia SMED, foi dada formação em sala aos colaboradores envolvidos e criado um modo operativo genérico com as tarefas de troca de ferramenta a realizar durante os *setups* em *Transfers*.

Quanto aos ganhos e benefícios da aplicação do SMED, conseguiu-se reduzir o tempo de *setup* em cerca de 2 minutos. Ficou evidente que as trocas de ferramenta passaram a ser mais organizadas, de 2011 para 2012 obteve-se um ganho de cerca de 5 minutos no tempo médio de troca de ferramentas das prensas *Transfer*.

Pode-se dizer que o SMED é um método flexível, pois de acordo com a sua definição pode ser utilizado em qualquer área desde que adaptado à realidade da empresa.

Mais do que boas ideias que permitem reduzir os desperdícios e tempos de *setup*, interessa destacar a importância diária que se deve dar a este tema para que os tempos atingidos graças às boas ideias não voltem a ser o que eram.

A segunda parte deste projeto, criação de vídeos de métodos operativos demonstrativos do método de trabalho, veio auxiliar o setor da soldadura a definir a forma de trabalhar em cada uma das referências produzidas.

Foram realizados 193 vídeos dos 239 propostos, atingindo-se uma taxa de implementação de 81%. Uma das limitações prende-se com o facto de algumas das referências não terem sido produzidas durante a realização do estágio, o que impossibilitou a filmagem de alguns processos.

Os vídeos MOP facilitam as tarefas, tornando-as intuitivas e de fácil compreensão, tanto para operadores já efetivos na empresa como para novos colaboradores que tenham que se adaptar a determinada tarefa. Além disso, são um fator importante na garantia da qualidade do produto, segurança, ergonomia do operador e produtividade do processo. Permitem, ainda, que os fluxos sejam respeitados e que as funções sejam desempenhadas de acordo com o definido pela empresa.

Conclui-se através da experiência desenvolvida que todos os conceitos e técnicas implementadas necessitam, no entanto, de alguns ajustes ao longo do tempo, pois existem sempre coisas que podem ser melhoradas.

Apesar da criação dos vídeos MOP ter partido da iniciativa do departamento de produção, no futuro, pretende-se que sejam realizados pelo departamento técnico. Assim que a Gestamp “ganha” uma determinada peça nova esta é entregue ao departamento técnico para que todo o processo do produto seja desenvolvido pelas equipas de projeto, sendo de seguida entregue à produção. Quando o processo passa para a responsabilidade da produção o departamento técnico já terá que ter o vídeo MOP feito e disponível para os operadores.

É da responsabilidade da produção realizar os vídeos MOP das referências que não são novas, que ainda não foram filmadas ou que sofrem melhorias ao longo do tempo. O operador terá que verificar sempre que produz uma referência se a mesma tem vídeo MOP. Caso não tenha, terá que avisar a produção para ver se é possível realizar a filmagem do processo.

Em suma, a filosofia *Lean* é o caminho a seguir por qualquer organização que procura fazer sempre melhor, que não se satisfaz com os resultados já alcançados. Em

qualquer setor, a redução de custos através da eliminação de desperdícios é fundamental para o bom desempenho da empresa.

Este projeto permitiu o meu primeiro contato com o mundo empresarial e revelou ser bastante enriquecedor para a vida profissional futura.

Referências Bibliográficas

Comunidade Lean Thinking (CLT), 2008. *A criação de valor através da eliminação do desperdício*. Acedido a 29 de Janeiro de 2012 em: www.leanthinkingcommunity.org.

Gestamp, 2011. *Relatório de Sustentabilidade*. Aveiro.

Liker, J.K., Meier, D., 2004. *The Toyota way- 14 management principles the world's greatest manufacturer*. McGraw-Hill.

Liker, J.K., Meier, D., 2007. *O modelo da Toyota, manual de aplicação: um guia prático para a implementação dos 4PS da Toyota*. Bookman.

Lopes, R., Neto, C., Pinto, J.P., *Quick Changeover: Aplicação prática do método SMED*, acedido a 29 de Janeiro de 2012 em: www.leanthinkingcommunity.org

Losonci, D., Demeter, K., Jenei, I., 2011. *Factors influencing employee perceptions in lean transformation*. Int. J. Production Economics, 131, 30-43.

Nicholas, J. M., 1998. *Competitive manufacturing management: continuous improvement, lean production, customer-focused quality*. McGraw-Hill.

Ohno, T., 1988. *The Toyota Production System: beyond large scale-production*. Productivity Press.

Pinto, J.P.O., 2006. *Gestão de operações na indústria e serviços*. Edições Lidel.

Pinto, J.P.O., 2009. *Melhoria Contínua*. Comunidade Lean Thinking. Lisboa.

Scotchmer, A., 2008. *5S Kaizen in 90 Minutes*. Gloucestershire: Management Books.

Shingo, S., 1985. *A revolution in manufacturing: The SMED system*. Productivity Press.

Sugai, M., McIntosh, R., Novaski, O., 2007. *Metodologia de Shingeo Shingo SMED: análise crítica e estudo de caso*. Gestão e Produção, Vol.14, No.2, 323-335.

Suzaki, K., 2010. *Gestão de Operações Lean: Metodologias Kaizen para a Melhoria Contínua*. LeanOp Press.

The Productivity Press Development Team., 1996. *Quick Changeover for Operators: The SMED System*. New York: Productivity Press.

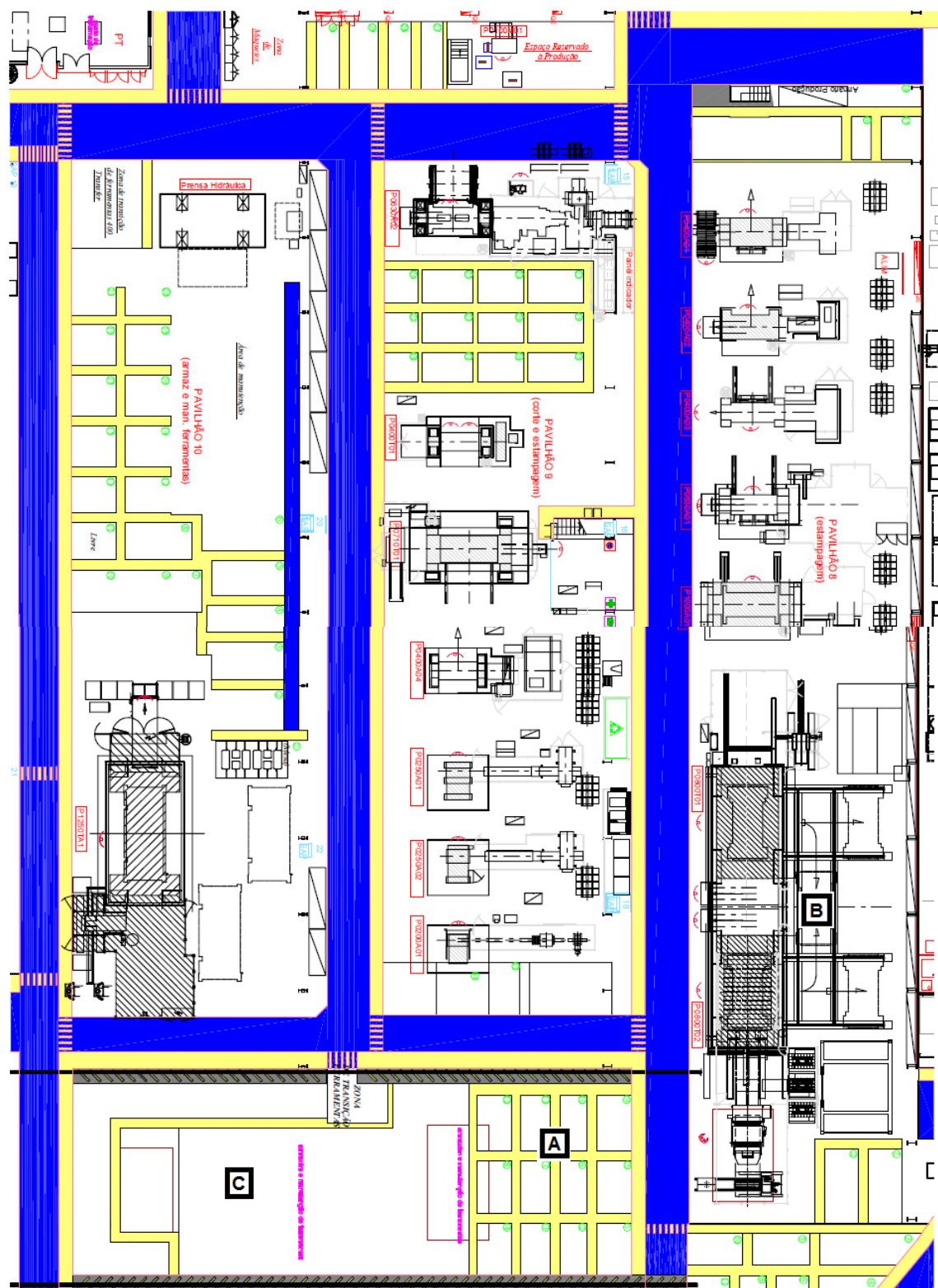
The Productivity Press Development Team., 2002. *Standard Work for the Shopfloor*. Productivity Press.

Van Goubergen, D., (2000). *Setup reduction as an organization-wide problem*. Solutions 2000 Conference. Cleveland.

Womack, J.P., Jones, D.T., 1996. *Lean Thinking*. Simon & Schuster.

Anexos

Anexo 1 - Layout da zona de estampagem



Anexo 2 - Layout da zona de soldadura

